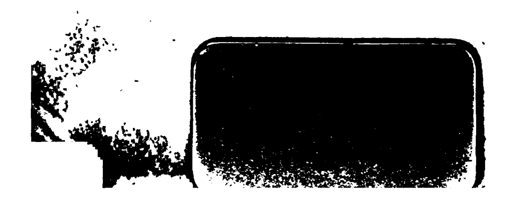

SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS





Grundsätze der Agricultur-Chemie

in näherer Beziehung auf land- und forstwirthschaftliche Gewerbe

von

Gustav G. Schübler,

ordentlichem Professor an der Universität zu Tübingen, mehrerer gelehrten Gesellschaften und landwirthschaftlicher Vereine Mitglied.

Zweite Auflage,

durchgesehen und verbessert

von

K. L. Krutzsch,

Professor an der Academie der Forst- und Landwirthschaft zu Tharand.

I. Theil.

Agriculturchemie.

Mit einer Kupfertafel: Vergleichung der Thermometerscale.

Leipzig,

in Baumgärtners Buchhandlung.

1838.

Vorwort des Herausgebers,

(welches er nicht zu überschlagen bittet.)

Die Agronomie des um die Bodenkunde und Meteorologie so hochverdienten und zu früh verstorbenen Prof. Dr. Schübler ist von allen gebildeten deutschen Landwirthen mit dankbarer Anerkennung des Verdienstes ihres Verfassers, hauptsächlich um die Kenntniß der physischen Eigenschaften des Bodens — aufgenommen und das von ihm, in dieser Beziehung, Geleistete durch etwas Besseres zur Zeit noch nicht verdrängt worden. Es hat sich eine neue Auflage nöthig gemacht und der gegenwärtige Herausgeber ist von der Verlagshandlung um Durchsicht und Verbesserung des Schüblerschen Textes angegangen worden.

Da ihm „Verbesserung", dem Publikum gegenüber, von dem der Name Schübler viel besser gekannt ist, als der seinige, fast wie Anmaaßung erschien; da er sich zu einer so ruhig-umsichtigen Arbeit wenig geeignet hielt, so ist er schwer und nur mit dem Entschluß an sie gegangen: das Eigenthum des Vrfs. streng zu respectiren und nur das abzuändern, was er als offenbar unrichtig finden würde.

Dieß ist nun in dem ersten Theil, Grundsätze der Agricultur-Chemie, öfter der Fall gewesen. Seit den 8 Jahren, da die erste Auflage erschienen ist, hat sich Manches in der Chemie anders gestaltet, Vieles, was damals noch hypothetisch war, ist seit dieser Zeit zur sicheren Kenntniß geworden, Manchem mag der Vrf. noch gemißtraut haben, der Herausgeber hat sich zu Einschiebungen neuer §§. z. B. über Chlor, Schwefel, Fluor ꝛc. und zu Veränderungen in der Zusammenstellung entschließen müssen und er ist bemüht gewesen, die gegenwärtig gangbaren Bezeichnungen und Namen an die Stelle der sonstigen zu setzen.

Das Mühsame solcher Einschaltungen und Eincorrigirungen, mit der steten Besorgniß, daß etwas übersehen und überhaupt die Einheit des Ganzen gestört werden mögte, ließ es ihn, in der Mitte der Arbeit, also zu spät, ernstlich bedauern, daß er sich nicht vom Anfange an zu einer gänzlichen Umarbeitung dieses Theils entschlossen hatte, hauptsächlich mit aus dem Grunde: um ihn auf das wenige chemische Wissen zu beschränken, was, (nach seiner Ueberzeugung!) dem künftig praktischen Landwirth nothwendig ist, um rationeller Landwirth zu seyn. Dieß scheint einer Erläuterung und einer Rechtfertigung zu bedürfen.

Es kann Niemand klarer und fester überzeugt seyn, als er, daß zur wissenschaftlichen Bildung des wahrhaft rationellen Landwirths — (von dem man heutiges Tages so viel spricht, ohne immer einen klaren Begriff mit dem Worte „rationell" zu verbinden!) naturgeschichtliche, physikalische, chemische und physiologische Kenntnisse nicht entbehrt werden können, daß es mit den Lehren der speciellen Landwirthschaftswissenschaft, entblößt von diesem Grundwissen, nicht allein gethan sey, wie viele studirende junge Landwirthe glauben, daß sie schon wissenschaftlich sich bildeten, wenn sie eine landwirthschaftliche Lehranstalt besuchten und daß sie hier mitten auf dem Wege zum Rationellen wären, wenn sie die Grundsätze und Lehren der Viehzucht, des Ackerbaus, der landwirthschaftlichen Gewerbslehre ꝛc. allein zu Neste trü-

gen, womit sie Nichts weiter erstreben, als eine etwas umfassendere oder — etwas vornehmere Empirie.

Die Landwirthschaftswissenschaft hat sich der, vormals auf Gegenden und Oertlichkeiten beschränkten, Empirie entwunden — sie hat ihren Gesichtskreis erweitert; sie hat Gründe für bestimmte Verfahrungsarten finden lernen — sie ist zu allgemeinen Grundsätzen gelangt, sie ist, mit einem Worte rationell geworden, nur allein durch das erweiterte, gründlichere und allgemeiner gewordene naturgeschichtliche, physikalische und chemische Wissen unserer Zeit, angewendet auf ihren Gegenstand, es ist also wohl Nichts natürlicher, als dieß, daß sie, wenn sie in ihrem Schüler nicht wiederum empirisch werden, sondern auch in ihm rationell bleiben und wirken soll, auch in Verbindung mit diesem Wissen, als ihrer Basis — gelehrt werden muß.

Fragen wir vor Allem: Wer ist ein rationeller Landwirth, im Gegensatz von einem empirischen? Da ratio eben sowohl Grund, wie Vernunft heißt, indem vernünftige Leute nach Gründen zu handeln pflegen, so ist ein rationeller Landwirth der: welcher sich bei seinem Verfahren eines Grundes bewußt ist und über die Zureichlichkeit eines gegebenen Grundes — das ist die Hauptsache! — ein eigenes Urtheil hat, welche Urtheilsfähigkeit allezeit eine Kenntniß von der Natur und Beschaffenheit derjenigen Dinge voraussetzt, die zum Bereich seines Geschäfts gehören. Ein Empiriker, im Gegensatz, ist derjenige, der sich blos an die Erfahrung (an die Erscheinung) hält, daß, wenn z. B. dieß geschehe, jenes erfolge, ohne nach einem innern Zusammenhang zu fragen und — das ist das Schlimme dabei! — ohne eine Angabe oder Erklärung dieses Zusammenhanges einsehen und begreifen zu können, eben aus Mangel an jener Kenntniß. Da nun Naturgeschichte, Physik, Chemie und Physiologie der Thiere und Pflanzen diejenigen Wissenschaften sind, welche uns über die Natur der Dinge belehren, so folgt schon aus der Begriffsbestimmung, was ein rationeller Landwirth sey, daß er es, ohne solches Wissen — nicht seyn könne.

Allein, um diese Urtheilsfähigkeit über Gegenstände seines Berufs anzubilden, bedarf es nicht, daß man mit dem rationell zu bildenden Landwirth, das ganze unermeßliche Gebiet der Naturgeschichte durchwandere; daß er die 1071 §§. der Neumannschen Physik und alle 4 Bände von Berzelius Chemie durchstudirt habe oder selbst Chemiker von Profession sey; in der Hand des geschickten Lehrers reichen, in jeder dieser Wissenschaften, wenig Materialien schon hin, die wesentlichsten Begriffe klar und zum Eigenthum des Schülers zu machen. Es ist also auch nicht nöthig, daß er das chemische Verhalten aller chemischen Elemente kenne, um ein allgemeines chemisches Urtheil zu erhalten und einen speciellen chemischen Vorgang beurtheilen zu können — und das Aufzählen chemischer Producte, von denen man am Ende selbst sagen muß: daß sie zur Zeit noch keine nützliche Anwendungen gefunden haben — muß man für unnützen Ballast eines Unterrichts in der Chemie erklären, so weit er ein Grundwissen des rationellen Landwirths seyn soll.

Wie in Bezug auf die Landwirthschaftswissenschaft überhaupt, so urtheilt der Herausgeber auch in Beziehung auf Agronomie im Besonderen.

Auf dem möglich kleinsten Raume diejenigen Pflanzen in möglich größter Menge und Vollkommenheit zu erziehen, welche die Erfahrung zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse als die nutzbarsten kennen gelernt hat, ist unfehlbar der wichtigste Theil des landwirthschaftlichen Berufs und zugleich die Stütze des landwirthschaftlichen Betriebs und der Boden wird allgemein als die Hauptwerkstätte des Pflanzenwachsthums anerkannt. — Es wird also der Landwirth vorzüglich seinem Boden gegenüber rationell, d. h. er wird sich eines Grundes bewußt seyn müssen, warum er ihn so oder anders behandelt.

So lange man das Land baut, unterscheidet man, unter allen Himmelsstrichen und unter den verschiedensten klimatischen Verhältnissen, fruchtbaren und unfruchtbaren

Boden und, was dem Ergebniß nach ein fruchtbarer Boden sey, weiß jeder Landwirth, der rationelle soll ein Urtheil darüber haben — er wird also vor Allem einen Begriff von der Natur der Pflanze, also pflanzenphysiologische Kenntnisse haben müssen, um ihre Ansprüche an den Boden ermessen zu können.

Wenn die Pflanze ein organischer Körper ist, der, dem allgemeinen Begriffe nach: außer ihm befindliche, ihm selbst noch unähnliche Stoffe oder Materien selbstthätig in sich, als Nahrungsmittel, aufnimmt, und durch eine eigenthümliche bildende Kraft, in eigenthümlicher Weise, in die ihm eigenthümliche Pflanzenmaterie verwandelt und damit, wie Oken es ausdrückt, „seinen Leib selbst erbaut"; — wenn keine Naturkraft, die der Physiker, Chemiker oder Physiolog als eine namhafte unterscheidet, für sich allein oder isolirt wirkt; sondern vielmehr das, was wir das Leben der Natur oder einer Pflanze nennen, ein Zusammenwirken vieler oder aller Kräfte ist; so ergiebt sich daraus schon: daß der Boden, mit dem sie mittels ihrer Wurzeln so innig zu einem Ganzen verwachsen ist, an ihrer Ernährung und Wachsthum einen wesentlichen Antheil nehmen werde und wir können, nach obigem Begriff von einem organischen Körper, den Antheil, den er nimmt, nur darin suchen: daß er entweder durch gewisse physische Eigenschaften oder chemische Kräfte die Lebensthätigkeit der Pflanze unterstützt, ihr das Ernähren erleichtert, oder, daß er ihr ein angemessenes Nahrungsmittel in hinlänglicher Menge darbietet oder — daß er Beides zugleich leistet. — Das zu ermitteln, ist aber nicht leicht.

Die Ernährung, als eine Verwandlung betrachtet, nicht blos thierischer, sondern auch pflanzlicher Nährmittel in thierische Substanz von ganz andern Mischungsverhältnissen, in Blut, Lymphe, Galle, Fleisch, Horn- und Knochenmasse rc. — ist an uns selbst ein so wundervoller und unerklärbarer Vorgang, ob wir ihn schon anatomisch stationenweise kennen, daß es uns nicht wundern darf, wenn die Ermittelung der Ernährungsart und der Nährmittel der Pflanzen von jeher ein Feld war, wo die Hypothese viel

freier und zuversichtlicher, als ein Wenig sicheres Wissen sicher sich bewegte. Von jeher gab es abweichende Ansichten, auch gegenwärtig, bei viel weiterem Fortschritt der Naturkunde, als vor etwa 50 oder 100 Jahren, giebt es noch sehr verschiedene Meinungen, deren jede auch ein anderes Wissen in Anspruch nimmt.

Zwei stehen sich, zur Zeit, einander am schroffesten gegenüber und nehmen, jede in ihrer Stellung, die äußersten Grenzpunkte ein:

Nach der Einen: „nehmen die Pflanzen, welche, mit ihrem Wurzelpol im Dunkel und mit ihrem Stängelpol im Lichte lebend, einen lebendigen Magnet darstellen, gar keine Nahrung aus dem Boden, indem sie sich von einem „Grundwesen" nähren, welches zur Zeit freilich noch nicht gekannt und nicht darstellbar, folglich noch hypothetisch ist. „In dieses Grundwesen muß Alles, was die Pflanze ernähren soll, erst umgesetzt werden" — wie etwa, — vergleichsweise! — ein Gedanke, in französischer oder englischer Sprache ausgedrückt, erst in eine Ursprache übersetzt werden müßte, ehe er in der deutschen ausgedrückt werden könnte; „auch findet zwischen diesen beiden Pflanzenpolen, im Ernährungsgeschäft, kein Verkehr in Bezug auf die Nährsäfte statt, indem jeder seinen eigenen Haushalt führt, obschon in gegenseitiger polarer Abhängigkeit." Etwas Aehnliches, (man nimmt sonst gern Analogien zu Hülfe!) findet freilich bei der thierischen Ernährung nicht statt. Hier beginnt die Verwandlung der Nährmittel im Magen, wo kein Grundwesen, sondern allezeit nur Chymus gefunden wird und alle ums Centrum gelagerten Gliedmaaßen des Leibes, werden aus Einer Speiseanstalt versorgt.

Nach dieser, aus Lehrsätzen der Naturphilosophie streng eruirten Ansicht, beschränkt sich der Antheil des Bodens an der Pflanzenernährung blos auf eine gewisse, nicht weiter bestimmbare Ird-, Wasser- und Luftwirkung und auf gewisse, nicht weiter nennbare Zustände, deren Wechsel

den Pflanzen vorzüglich zuträglich ist, weshalb auch nur darum organische Rückstände, Dünger und Humus, im Boden vorhanden seyn müssen, weil sie verweslich sind und durch Verwesung, (wobei sie verschwinden,) fortwährend die Bodenzustände verändern rc. rc."

Ist diese Theorie einmal klar gefaßt, was allerdings nicht das Leichteste an ihr ist, so ist es sehr leicht, in Beziehung auf den Boden, rationeller Pflanzenzüchter zu seyn und es bedarf hierzu gar keiner chemischen Kenntnisse, indem man das Verwesliche und Unverwesliche leicht, auch ohne solche, unterscheidet.

Nach der andern, schon von Rückert in den 90ger Jahren aufgestellten Ansicht, hangt die Fruchtbarkeit des Bodens zunächst davon ab: „daß er alle die Bestandtheile enthält, welche bei der chemischen Zerlegung des Pflanzenkörpers gefunden werden — und so unbedingt, daß selbst ½, ¼ Gran, d. i. $\frac{1}{15360}$ oder $\frac{1}{30720}$ eines bürgerlichen Pfundes von irgend einem Salze, z. B. phosphor= oder schwefelsaurem Kalke, ja selbst eine Spur von Chlor oder Kochsalz über die Fruchtbarkeit eines ganzen Cubikfußes Boden entscheiden oder doch von Bedentsamkeit sind, indem die Pflanzen dergleichen chemische Bildungen in natura zu ihrer Ernährung bedürfen rc."

Diese Ansicht, aus meisterhaften chemischen Analysen des Bodens und der darauf gewachsenen Pflanzen gezogen, die also mit einem gewissenhaft geführten Einnahme= und Ausgabebuch gleiches Vertrauen anspricht, hat gleichwohl noch ihre Steine des Anstoßes. Mit ihr begreift man schwer, wie z. B. nach 100=jährigen Ernten von einem Ackerstücke noch immer „Spuren, ¼, ½ und ganze Grane," dieser Salze im Boden gefunden werden, oder, wie es zugehe, daß, nach einem ungefähren Ueberschlag, die Getreideernten von 20 Jahren, in Körnern und Stroh, mehr phosphorsauren Kalk enthalten, als irgend ein Boden in der Welt enthalten kann, — und zwar „phosphorsauren Kalk" — der nirgends ein ursprünglicher Bestandtheil des Bodens seyn kann? Und, wenn

Hermbstedt aus 2361 U. Asche vom wilden Beifuß, der auf 18000 □Fß. eines armen Sandbodens erbaut war, 936,6 U. calcinirte Potasche erhielt; so müßte jeder Cubikfß. Boden über 340 Gran Kali enthalten haben, wenn der Beifuß dasselbe von ihm bezogen hätte — die man doch wohl dem Berliner Sandboden nicht zutrauen kann! Endlich, wenn der Beifuß, auf einem armen Sandboden üppig wuchs und, bei der Einäscherung, der Natur der Pflanzenart gemäß, viel Kali lieferte, davon der Boden vielleicht kaum eine Spur hatte — während ein anderes Gewächs auf demselben Boden kümmerlich gewachsen seyn würde, welches, seiner Natur nach, wenig Kali in seiner Asche zu geben pflegt; so kann dort das üppige und hier das kümmerliche Wachsthum nicht wohl vom Kaligehalt des Bodens abgeleitet werden, sondern der Kaligehalt der Pflanze wohl eher von dem üppigen Wachsthume.

Wie dem sey — um nach dieser Ansicht, seinem Boden gegenüber, rationell, d. h. eines Grundes sich bewußt zu seyn, warum man dieß und jenes an ihm thue, mit diesem oder jenem Stoff dünge rc., wird nicht nur viel chemisches Wissen, sondern auch eine Gewandheit und Sicherheit in der chemischen Analysis erfordert, wie sie nur von dem viel geübten Chemiker von Profession zu erwarten ist; ferner ein nicht unbedeutender Apparat in Platintiegel, Abrauch- und Reibeschalen, Spirituslampen, feinen Waagen, chemischen Reagentien u. s. w., endlich aber auch viel Zeit und Muße zu den alljährlichen chemischen Untersuchungen des Bodens aller Ackerstücke, da, wenn jene Bestandtheile ihm durch die Pflanze entzogen werden, ihr quantitatives Verhältniß, nach jeder Ernte, nothwendig ein anderes seyn muß, was wiederum andere Maaßregeln nöthig macht.

Der berufsthätige Landwirth wird in der Lust an solchen Untersuchungen oder im Drange derselben, über sich wachen müssen, daß er darüber das am Boden zu thun nicht versäume, was ihm bisher noch immer so ziemlich gute Ernten gegeben und uns, für die er das Land baut, gegen

Mangel geschützt hat. Uebrigens ist nicht zu längnen, daß die Agronomie, in einem Menschenalter schon, auf einem ganz anderen Standpunkte stehen würde, wenn es möglich wäre, den praktischen Landwirth, oder auch nur einen kleinen Theil der praktischen Landwirthe, zu so rüstigen und gewandten Boden-Analytikern zu machen, wie der Urheber dieser Ansicht selbst ist, dessen Verdienste um diesen Theil der Agronomie bereits anerkannt worden und in dem Maaße immer mehr werden anerkannt werden, als man immer mehr einsehen wird: daß a priori, mit einem voraus festgestellten Grund- oder Lehrsatz und mit gewaltsamer Beugung aller Erscheinungen unter denselben, auf diesem Felde der Forschung etwas Haltbares nicht zu gewinnen ist und daß die Pflanzen- wie die Thierphysiologie in der analysirenden Chemie ihre Hauptstütze hat.

Eine 3te Ansicht hält so ziemlich die Mittelstraße zwischen diesen beiden: sie betrachtet den Boden nicht nur als den Behälter eines Theils der Pflanzennährmittel, sondern auch als die Werkstätte ihrer ersten Zubereitung durch chemische Thätigkeiten, vorzüglich durch Gährungs- und Fäulungsprocesse; sie sucht also die wesentlichsten Bedingungen seiner Fruchtbarkeit nicht in einigen Granen dieses und jenes Salzes; sondern in seinem Verhalten gegen die atmosphärischen Kräfte, Licht, Wärme, Elektricität (?), Luft und Wasser, folglich zunächst in seinen physischen Eigenschaften, welche, wie seine chemische Thätigkeit, nicht nur von der Beschaffenheit der denselben gewöhnlich zusammensetzenden Gemengtheile, sondern auch von ihrem Mengen- und Mischungsverhältniß, und selbst von äußerlichen Verhältnissen: Lage, Neigung, Untergrund, Himmelsgegend ꝛc. — abhängig sind.

Die organischen Zumengungen betrachtet sie allerdings als die wesentlichsten Nährmittel, weil sie bereits auf die Stufe des Organischen erhoben sind, daher sie, in der Erfahrung, um so wirksamer befunden werden, je höher sie auf dieser Stufenleiter schon stehen, aber sie schließt selbst auch unorganische Materie oder Stoffe von Pflanzennährmitteln nicht aus. Da sie aber dem Pflanzenorganismus dieselbe, von aller Chemie zwar nicht unabhängige, aber

gänzlich verschiedene Kraft zutraut, die der thierische Organismus, so zu sagen, unter unseren Augen übt, indem er jegliche Pflanzensubstanz in thierische umwandelt, wobei wir an eine bloße Versetzung und andere Anordnung der chemischen Elemente nicht denken können, sondern an eine Verwandlung anderer und chemisch unerklärlicher Art glauben müssen *); so hält sie dafür: daß auch die Pflanze das ihr Eigenthümliche, in eigenthümlicher Weise, aus verschiedenen Elementen bereiten könne (das Wie? werden wir an der Pflanze so wenig wie an uns selbst je begreifen!) und mit gutem Gedeihen ihrer selbst sich bereite, wofern ihre Lebenskraft durch physische und chemische Kräfte, des Klima's und des Bodens, hinlänglich unterstützt wird. Sie glaubt also: daß, in dieser Wechselwirkung chemischer und organischer Kräfte, der Boden von der Pflanze eben sowohl empfange, als er der Pflanze gebe, daß sie sich gegenseitig bildeten und veränderten, von der Flechte an, welche auf dem verwitternden Gestein zuerst Platz nahm, bis zum Baum des Hochwaldes, der da nicht gedeiht, wo die Flechte wuchert, und in dessen Boden jetzt ganz andere Bestandtheile seyn müssen, als in dem Gestein, welches zum gegenwärtigen, gemeinschaftlich erworbenen Reichthum, den ersten Stamm einsetzte. So dürfte auch wohl der Ackerboden, nach jeder Vegetation dieses oder jenes Gewächses und je nachdem dieses mehr oder minder fröhlich vegetirte, andere Bestandtheile, in anderen Mengenverhältnissen enthalten, — was freilich nur durch immer und immer wiederholte Untersuchungen einer und derselben Stelle, erst nach einer Reihe von Jahren entschieden werden könnte.

Der Herausgeber, dieser letzteren Ansicht zugethan, indeß bescheiden und dankbar Alles annehmend und erwägend, was der Physiolog, der Chemiker, der Pflanzenzüchter, der sammelnde und beobachtende Botaniker geben und ferner zur Berichtigung seiner Ansichten geben werden, lehrt Agro-

*) Eine von Lampadius erzogene Boretschpflanze in einem Bodengemenge, welches kein Kali, aber Kalk enthielt, hatte hiervon 2 Loth 10 Gran zum Verschwinden gebracht, wofür in ihrer Asche kein Kalk, sondern Kali gefunden wurde.

nomie nach dieser letzteren Ansicht und weiß am Besten, daß zur Auffassung und Anwendung dieses Unterrichts physikalische und chemische Vorkenntnisse nothwendig sind, er verlangt aber nicht, seine Schüler zu wirklichen Physikern und Chemikern zu machen, er gehört unter diejenigen, welche es hinreichend finden, wenn der praktische Landwirth seinen Boden einer Untersuchung auf gewisse allgemeine Eigenschaften und Bestandtheile unterwerfen kann. Mehr zu fordern als einige allgemeine, zur eigenen Urtheilsfähigkeit nöthige Vorkenntnisse, — erwogen den Umfang der chemischen Wissenschaft selbst, — erwogen den nothwendigen Bedarf anderer naturkundlicher Kenntnisse, — erwogen den Umfang der Landwirthschaftswissenschaft für sich, verglichen mit der Vorbildung, den Kräften, der Zeit des größten Theils der jungen studirenden Landwirthe — scheint ihm selbst bedenklich. Wo zu viel gefordert wird, wird in der Regel gar Nichts oder nur Unzureichliches und darum nicht Brauchbares geleistet. Die, welche Augenmaaß haben, bleiben im Voraus zurück, um der viel bequemeren Empirie um so treuer anzuhangen und mit Etwas Wissenschaft würde noch immer Etwas mit ihnen gewonnen worden seyn; — die, welche auf Treu und Glauben, daß solches Wissen ihnen nützlich, ja unentbehrlich sey, sich hingeben, sind auf halbem Wege oft schon erschöpft und sagen aus; die, welche ausharren, haben zur Frucht, am gewöhnlichsten, ein unklares, oberflächliches Wissen, womit häufig der Dünkel sich paart und jedenfalls, mit und ohne Dünkel, keine Anwendung gestattet oder zu verkehrter Anwendung verleitet. In Betreff des künftig praktischen Landwirths, ist des Herausgebers Wahlspruch: Vor der Hand noch wenig, aber das Wenige recht tüchtig und gut. Diesen Maaßstab billiger Anforderungen (ein Maaßstab, der sich bei ihm durch 20jähriges Lehren gebildet hat,) an die vorliegende Agriculturchemie angelegt, schien ihm zu viel der chemischen Wissenschaft darin zu seyn. Indeß, er hat anderseits erwogen, und diesen Gesichtspunkt hat wohl auch der Verf. gehabt: Daß dem wissenschaftlich gebildeten Landwirth, bei seiner Lectüre, wohl Manches aufstoßen könne, worüber er eine chemische Auskunft wünsche und so könne diese Agriculturchemie, mit Auswahl der Materien, sowohl

als Lehrbuch, wie als chemisches Conversationslexicon zum Nachschlagen dienen, zu welchem Gebrauch des Verfs. Behandlungsart sich vorzüglich eignet, und den die Verlagshandlung, durch ein vollständiges Inhaltsverzeichniß, zu erleichtern gesucht hat. Es bleibt also dem gegenwärtigen Herausgeber, zum Schlusse dieses langen Vorworts, Nichts weiter zu wünschen übrig, als: daß dieser Theil des Schüblerschen Werkes an neuer Brauchbarkeit gewonnen haben möge.

Tharand, im Mon. Januar 1838.

K. L. Krutzsch.

Inhaltsverzeichniß.

Erster Theil.

Grundsätze der Chemie,

als Vorbereitung zu den einzelnen Lehren des Landbaues, der Künste, Gewerbe und der gesammten Hauswirthschaft überhaupt.

Kalkerde desselben nicht etwa blos mechanisch in den Zwischenräumen der Säure, sondern sie wird von dieser mit Brausen aufgelöst, und die Grundmischung von beiden verändert sich, sie verändern sich chemisch.

§. 3. Jeder Körper kann daher Gegenstand der Chemie und Physik seyn; auch in der reinen Chemie ist es zur Erkennung und richtigen Unterscheidung der einzelnen Körper nothwendig, nicht nur ihre wesentlichen charakteristischen chemischen, sondern auch physischen Eigenschaften aufzuzählen; häufig sind die einen ohne die andern nicht genügend, und oft eignen sich die physischen Eigenschaften besser zum schnellen Erkennen derselben, als die chemischen.

Reine und angewandte Chemie.

§. 4. Je nachdem die einzelnen Stoffe rein in ihren wechselseitigen chemischen Beziehungen zu einander betrachtet, oder je nachdem diese chemischen Verhältnisse zugleich aufs praktische Leben angewandt werden, zerfällt die Chemie in die reine und angewandte Chemie.

§. 5. Die reine Chemie begreift als eine für sich bestehende Wissenschaft die Kenntniß aller einzelnen Elemente mit den Verbindungen, welche sie in qualitativer und quantitativer Beziehung eingehen, ohne Rücksicht auf nähere Anwendungen aufs gemeine Leben; sie wird daher auch theoretische oder philosophische Chemie genannt; sie zerfällt selbst wiederum in die allgemeine Chemie, in welcher die Umstände, Gesetze und Bedingungen abgehandelt werden, unter welchen die chemischen Verbindungen erfolgen, und in die specielle Chemie, welche jeden einzelnen Stoff näher in Beziehung auf alle Verhältnisse zu den übrigen betrachtet; letztere theilt sich wieder in die organische und unorganische Chemie.

§. 6. Die angewandte Chemie wendet die Lehren der reinen Chemie auf alle Gegenstände des praktischen Lebens, sowie auf die Erscheinungen in der Natur im Großen an, welche mit der Chemie in irgend einer Beziehung stehen, auf Künste, Fabriken, Manufacturen, ökonomisch-technische Gewerbe, auf die Lebensverrichtungen der Thiere und Pflanzen. Man unterscheidet daher näher die physisch-meteorologische Chemie, ökonomische und Agriculturchemie, technische Chemie, medicinische Chemie. Einzelne Theile der Chemie erhielten je nach den Gegenständen, mit welchen sie sich ausschließend beschäftigen, wiederum besondere Benennungen. 1) Die Metallurgie beschäftigt sich mit der Ausscheidung der Metalle im Großen. 2) Die Dokimasie oder Probirkunst mit der Ausscheidung der Metalle im Kleinen. 3) Die Lithurgie begreift die Chemie der Erden und Steine. 4) Die Hyalurgie die Glaschemie. 5) Die Halurgie die Salzchemie. 6) Die Phlogurgie die Chemie der brennbaren Körper. 7) Die Chromalogie die Farbenchemie. 8) Die Zymotechnie die Gährungschemie. 9) Die Zoochemie die Chemie der thierischen Körper. 10) Die Phytochemie die Lehre von den chemischen Verhältnissen der Pflanzen u. s. w.

Einer der wichtigsten Theile der angewandten Chemie ist die analytische Chemie, welche sich ausschließend mit der Zerlegung der zu-

sammengesetzten Körper beschäftigt und sich daher wieder auf alle einzelnen Theile der Chemie anwenden läßt.

Verhältnisse der Chemie zur Haus- und Landwirthschaft.

§. 7. Jeder einzelne Theil der Chemie setzt die Kenntniß der Gesetze der allgemeinen Chemie voraus, ohne sie lassen sich viele Erscheinungen nicht erklären. Der Landbau selbst und die meisten Gewerbe der Haus- und Landwirthschaft beruhen auf chemischen Grundsätzen. Eine Chemie der Haus- und Landwirthschaft oder Agriculturchemie im ausgedehnten Sinn des Wortes muß daher die Grundsätze der Chemie überhaupt in einer allgemein verständlichen Sprache enthalten und sich über alle Stoffe verbreiten, welche mit der Haus- und Landwirthschaft und den allgemeiner verbreiteten Gewerben in Beziehung stehen; sie muß zugleich bei den einzelnen Stoffen immer schon auf die wesentlichsten Anwendungen hindeuten, um auf die einzelnen Wissenszweige der Landwirthschaft und Gewerbe näher vorzubereiten.

a) Die Lehre von den einfacheren Erdarten und ihren chemischen Beziehungen zu einander gehört in die allgemeinere vorbereitende Chemie der Haus- und Landwirthschaft; die Art, wie die einzelnen Bodenarten zerlegt werden, gehört schon in die Agronomie; die Lehre von der Gährung im Allgemeinen gehört in diesen vorbereitenden Theil, die Kunst des Branntweinbrennens dagegen in die technische Chemie.

Verzeichniß einiger vorzüglichen chemischen Schriften.

a) Ueber reine Chemie.

Lehrbuch der Chemie von Jacob Berzelius, aus dem Schwedischen übersetzt von Blöde und Palmstedt. Dresden 1823. 2te Auflage, von welcher gegenwärtig eine 3te unter der Presse ist. 2 Bände.

Lehrbuch der theoretischen und praktischen Chemie von L. J. Thenard, übersetzt und vervollständigt von M. G. Fechner. 4te Ausgabe in 6 Bänden, von welchen bereits 3 erschienen sind. Leipzig 1825 und 1826.

Handbuch der theoretischen Chemie von L. Gmelin. Die erste Ausgabe erschien zu Frankfurt am Main im 3 Bänden 1817 bis 1819, die neueste 3te Ausgabe ist eben unter der Presse.

Lehrbuch der Chemie von Benjamin Scholz, 2 Bände. Wien 1824—25.

Handbuch der analytischen Chemie von Dr. C. H. Pfaff, zweite Ausgabe. Altona 1825.

b) Ueber Chemie in näherer Anwendung auf Landbau.

Grundriß der Chemie für Landwirthe von Einhof. Berlin 1808.

Elemente der Agriculturchemie von Humphry Davy, übersetzt von Wolf. Berlin 1814.

Grundsätze der experimentellen Cameral- und agronomischen Chemie von Sig. Fr. Hermbstädt, 2te Auflage. Berlin 1817.
Agriculturchemie von Graf. Chaptal, übersetzt mit Zusätzen von Dr. Eisenbach. Stuttgart 1824.
Versuch einer wissenschaftlichen Anleitung zum Studium der Landwirthschaftslehre von Leop. Trautmann. Wien 1822. Der erste Band enthält als Vorbereitungslehre einen kurzen Grundriß der Agriculturchemie.
Chemie für Landwirthe, Forstmänner und Cameralisten, von Carl Sprengel. 2 Thle. Göttingen bei Vandehök und Ruprecht, 1831.

Zur Vergleichung der Gewichte und Maaße.

Bei Gewichtsbestimmungen chemischer Gegenstände wird in Deutschland gewöhnlich das Nürnberger Medicinalgewicht gebraucht, welches auch im Folgenden immer zu verstehen ist, wenn nicht ausdrücklich andere Gewichte bemerkt sind. — Die Einheit dieses Gewichts ist ein Gran; 16,104 dieser Grane sind = einem französischen Gran = 13,714 wiener Apothekergranen.

20 Grane nürnb. med. Gewicht machen 1 Scrupel.
60 — — — — — oder 3 Scrupel = 1 Drachme oder 1 Quentchen.
240 — — — — — sind = 4 Drachmen = 1 Loth oder ½ Unze.
480 — — — — — sind = 8 Drachmen = 1 Unze oder 2 Lothen.
1 Medicinalpfund = 12 Unzen oder 24 Lothen.
1 bürgerliches Nürnberger Pfund = 16 Unzen oder 32 Lothen.
1 franz. Kilogramme ist = 2,796 Pfund Nürnberger Med. Gew.
= 1,9026 cöllnischen Pfunden.
= 2,138 preußischen Pfunden.
1 franz. Meter ist = 3,078 paris. Schuh = 3,186 rheinländische Fuß = 3,490 würtemb. Schuh.
1 franz. Millimeter ist = 0,443 paris. Linien.

Erster Abschnitt.

Allgemeinere chemische Grundsätze.

1. Ueber die Zusammensetzung der Körper überhaupt.

Einfache und zusammengesetzte Körper.

§. 8. Einfache Körper oder Stoffe nennen wir solche, welche sich nach den gegenwärtigen Hülfsmitteln der Chemie nicht weiter zerlegen lassen; aus ihnen sind alle übrigen bis jetzt bekannten Körper zusammengesetzt; Gold, Silber, Eisen sind so einfache Stoffe, sie lassen sich durch alle Hülfsmittel der Chemie nicht weiter zerlegen; Marmor ist dagegen schon ein aus 3 Elementen zusammengesetzter Körper.

Elemente, Urstoffe.

§. 9. Man nannte diese einfachen Stoffe Elemente, Urstoffe, Uranfänge (principia remotissima vel primitiva, elementa), Benennungen, welche jedoch nicht ganz passend sind, indem diese Stoffe zwar bis jetzt noch nicht weiter zerlegt sind, woraus jedoch noch nicht folgt, daß sie an sich auch wirklich unzerlegbar seien; man ist daher noch nicht berechtigt, sie für wirklich einfache Stoffe oder Urstoffe zu halten. Man hielt so lange Zeit die Erden und Alkalien für einfache Stoffe, bis erst die Chemie der neuern Zeit zeigte, daß sie wirklich zusammengesetzte Körper sind. Diese einfachen Stoffe werden daher auch folgerechter unzersetzte Stoffe genannt.

Elemente der Alten.

§. 10. Die Alten nahmen an, es gäbe nur 4 Grundstoffe oder Elemente: Feuer, Luft, Wasser und Erde; wir kennen gegenwärtig eine weit größere Zahl von einfachen Stoffen, jedoch bleibt von diesem Jahrhunderte hindurch für unumstößlich gehaltenen Satz so viel richtig, daß uns die verschiedensten Körper unter 4 Hauptformen erscheinen, als deren Repräsentanten diese 4 Elemente angesehen werden können. Sie erscheinen uns nämlich 1) als unwägbare Stoffe oder Imponderabilien, wie Wärme, Licht, Elektricität und Magnetismus, 2) als Luftarten und Dämpfe oder elastisch-flüssige Körper, 3) als tropfbare Flüssigkeiten, 4) als feste Körper.

Demselben Körper läßt sich oft eine elastisch-flüssige, tropfbare oder feste Form geben, je nachdem ihm mehr oder weniger Wärme zugeführt wird. Für unsere gegenwärtigen Kenntnisse ist daher diese Abtheilung der Alten nicht mehr passend.

a) Es bedarf so nur mehr oder weniger Wärme, um dem Wasser, Quecksilber, Schwefel und vielen andern Körpern eine feste, tropfbar-flüssige oder elastisch-flüssige Form zu geben.

Zahl der gegenwärtigen Elemente.

§. 11. Alle Stoffe werden gegenwärtig passender in ungewichtige, (unschwere, unwägbare) Imponderabilien, und in gewichtige, Ponderabilien, abgetheilt; von den erstern kennt man bis jetzt 4; s. §. 65. von den letztern 54 für uns einfache, als Grundstoffe geltende Körper. Diese Grundstoffe können sich aufs Mannigfaltigste mit einander verbinden, sie setzen für sich oder je 2 und 2 oder 2 und 3, je 3 und 3 oder in verschiedenen andern Verhältnissen mit einander verbunden, alle Naturkörper zusammen*).

Theile der Körper, Atome.

§. 12. Die gewichtigen oder wägbaren Körper sind immer aus kleinern Theilen zusammengesetzt, welche in ihrer einfachsten Form

*) Anm. Da die Annahme 4 besonderer Stoffe für die Erscheinungen des Lichts, der Wärme, der Elektricität und des Magnetismus wenigstens unsicher ist, so werden diese 4 sogenannten Imponderabilien gegenwärtig nicht mehr unter die Zahl der chemischen Elemente aufgenommen.

Atome oder Moleculen genannt werden. Wir können zwar über die Größe, Form und die Natur dieser Atome selbst nichts angeben; indem wir auch mit bewaffnetem Auge in jedem Körper immer nur kleinere Theile finden, die für uns immer wiederum zusammengesetzt sind; dennoch können wir in den kleinsten uns bemerkbaren Theilen eine gewisse Gleichförmigkeit oder Verschiedenheit bemerken, welches uns genügend ist, die Körper für gleichartig oder ungleichartig zusammengesetzt zu erklären.

Gleichartige Theile.

§. 13. Gleichartige Theile (partes similares) werden diejenigen genannt, in welchen das Auge auch in den kleinsten Theilen keine Verschiedenheiten wahrnehmen kann; jeder Theil ist dem Ganzen, von welchem er genommen ist, wieder ähnlich; die Körper selbst, welche aus lauter gleichartigen Theilen zusammengesetzt sind, werden auch gleichartige oder homogene Körper genannt.

a) Reiner Quarz, Glas, Zucker, Kochsalz, Zinnober sind gleichartige Körper; in die kleinsten Theile zerrieben ist jedes Theilchen dem andern völlig gleich.

Zusammensetzung gleichartiger Theile.

§. 14. Die gleichartigen Theile können chemisch oft sehr zusammengesetzt sein, ohne daß dadurch ihre Gleichförmigkeit geringer würde. Das Glas ist ein sehr zusammengesetzter Körper, es besteht aus Kieselerde, Kali und auch häufig Metalloxyden, demungeachtet ist es oft in seinen kleinsten Theilen so gleichförmig durchsichtig, wie reiner Quarz; nicht weniger zusammengesetzt sind Zucker, Salmiak, Zinnober; der letztere besteht aus Schwefel und Quecksilber, von beiden läßt sich jedoch auch bei der größten Verdünnung dieser Farbe keine Spur mehr bemerken; alle diese Körper sind für unsere Sinne gleichartig.

Ungleichartige Theile.

§. 15. Die Theile werden dagegen ungleichartig oder verschiedenartig (dissimilares) genannt, wenn sich für das Auge Verschiedenheiten bemerken lassen, und sie weder dem Ganzen, von welchem sie herrühren, noch unter sich in ihren Eigenschaften gleich sind; ein Körper, der aus solchen verschiedenartigen Theilen besteht, heißt ein ungleichartiger oder gemengter Körper (corpus heterogeneum).

a) Granit, Sandstein, Ackerboden 2c. sind so gemengte Körper; schon das Auge erkennt ihre verschiedenen Gemengtheile.

Verschiedenheit zwischen Gemengtheilen und Mischungstheilen.

§. 16. Gemengtheile und Mischungstheile eines Körpers sind sehr zu unterscheiden; unter ersteren versteht man die eben erwähnten verschiedenartigen Theile zusammengesetzter Körper, unter Mischungstheilen dagegen die chemischen Bestandtheile, aus welchen die uns

oft gleichförmig scheinenden Theile eines Körpers selbst näher zusammengesetzt sind.

a) Die Gemengtheile des Granits sind Quarz, Feldspath und Glimmer; seine Mischungstheile dagegen die einzelnen einfachen Stoffe dieser drei Gemengtheile, welche größtentheils aus Kieselerde, Thonerde, Kali und Eisenoxyd, zuweilen auch in Verbindung mit etwas Kalk und Bittererde bestehen.

Gemengte Körper.

§. 17. In gemengten Körpern befinden sich die einzelnen Theile blos auf mechanische Art zusammengefügt; sie lassen sich daher auch oft blos schon durch mechanische Operationen von einander trennen; durch Spalten, Stoßen, Pulverisiren, Sieben, Schlämmen, Werfen, Auspressen, Filtriren; ohne daß ihre wesentlichen chemischen Eigenschaften durch alle diese mechanischen Operationen eine Aenderung erleiden.

Gemischte Körper.

§. 18. In gemischten Körpern befinden sich dagegen die einzelnen Bestandtheile im Zustand der chemischen Durchdringung; die Mischungstheile verlieren bei dieser Durchdringung ihre chemischen Eigenschaften, oft ändern sie zugleich Farbe, Geruch, Geschmack, Form und specifisches Gewicht, sie erscheinen für uns als völlig andere, aus vollkommen gleichartigen Theilen zusammengesetzte Körper; durch bloße mechanische Operationen läßt sich ihre Zerlegung oder Trennung in ihre Grundbestandtheile nicht zu Stande bringen, wohl aber durch Einwirkung chemischer Kräfte.

a) Wird Quecksilber mit Schwefel oder Quarz mit Kali noch so fein zusammengerieben, so erhält man ein bloßes Gemenge von Körpern, die sich durch mechanische Operationen wieder von einander trennen lassen; werden aber beide Gemenge der Glühhitze ausgesetzt, so erhält man neue chemische Verbindungen, Körper neuer Art von gleichartigen Theilen, die 2 erstern Körper vereinigen sich zu Zinnober, die 2 letztern zu Glas, beide können nur durch chemisch einwirkende Stoffe wieder in ihre ursprünglichen Bestandtheile zerlegt werden.

b) Wird Eisen in mit Wasser verdünnter Schwefelsäure aufgelößt, so erhält man den grünen Eisenvitriol, der in allen sinnlichen Merkmalen von Eisen und Schwefelsäure wesentlich verschieden ist, und gleichfalls nur durch chemische Operation wiederum in diese zerlegt werden kann.

---

2. Ueber die Cohäsion der Körper.

Begriffsbestimmung.

§. 19. Die Kraft, welche gleichartige Theile zu einem Ganzen verbindet, wird Cohäsionskraft, ihre Wirkung Cohäsion, Zusammen-

halt, nach ihrer Stärke betrachtet, Cohärenz genannt. Die Cohäsionskraft ist eine besondere Aeußerung der allgemeinen, allen Stoffen überhaupt zukommenden Anziehungskraft, durch welche sich die homogenen Theile in ihrer unmittelbaren Berührung oder in unendlich kleinen Entfernungen anziehen und festhalten, ohne eine Veränderung in ihrer Natur zu erleiden. Durch die Wirkung dieser Kraft werden Zusammenhäufungen homogener Theile, Massenvergrößerungen oder Aggregate gebildet.

a) Werden 2 geschliffene Glas- oder Metallplatten auf einander gelegt, so bemerkt man schon deutlich die Massenanziehung gleichartiger Theile.

Verschiedene Größe der Cohäsion.

§. 20. Die Stärke oder Größe der Cohäsion ist, je nach der Natur der Stoffe und der Temperatur, welche auf sie einwirkt, sehr verschieden. Unter den gewichtigen Körpern besitzen die größte Cohäsion feste Körper, eine geringere tropfbare Flüssigkeiten.

Einfluß der Wärme auf Cohäsion.

§. 21. Es ist ein allgemeines Gesetz, daß mit zunehmender Temperatur die Cohäsion abnimmt, so wie die Körper durch die Wärme in ein größeres Volumen ausgedehnt werden; feste Körper werden dadurch im Allgemeinen weicher, geschmeidiger und selbst flüssig; erwärmte Flüssigkeiten geben kleinere Tropfen, als kalte; Dämpfe und Luftarten vergrößern ihr Volumen vorzüglich in höheren Hitzgraden sehr bedeutend.

Einfluß der Cohäsion auf chemische Einwirkung.

§. 22. Oft hindert die Cohäsion die wechselseitige chemische Einwirkung der Körper auf einander; ist die Cohäsionskraft größer, als die chemische Einwirkung, so erfolgt kein chemisches Eingreifen der Körper, keine chemische Verbindung. Feste Körper verbinden sich deßwegen häufig schneller mit flüssigen, wenn sie zuerst mechanisch pulverisirt werden; zuweilen ist dieses jedoch nicht hinreichend, und sie verbinden sich dann erst chemisch, wenn sie erwärmt und dadurch auch die Cohäsionskraft ihrer einzelnen Atome gleichförmig in noch höherem Grade vermindert wird.

a) Schwefel und Blei lassen sich durch bloßes Zusammenreiben nicht mit einander verbinden; werden sie aber geschmolzen, so vermindert sich dadurch ihre Cohäsionskraft, während zugleich ihre Berührungspuncte vermehrt werden, so bedeutend, daß nun sogleich eine chemische Verbindung erfolgt.

Methoden, die Cohäsion der festen Körper zu messen.

§. 23. Die Gewalt, welche nöthig ist, die Cohäsion eines festen Körpers aufzuheben, gibt uns ein Maaß für die Größe derselben; man kann diese auf folgende 3 verschiedene Arten messend vergleichen.

1) Durch Bemerkung der Gewichte, welche erfordert werden, um gleich lange und gleich dicke Stangen oder Cylinder verschiedener Körper zu zerreißen, indem man an ihr unteres Ende etwa durch Hülfe einer Wagschale Gewichte befestigt.

2) Durch die Gewichte, welche nöthig sind, um gleich lange und gleich dicke Stangen, welche mit ihren beiden Enden auf Unterlagen ruhen, durch in ihre Mitte aufgehängte oder aufgelegte Gewichte zu zerbrechen. (Tragen der Balken.)

3) Durch die Gewichte, welche nöthig sind, um gleich dicke längliche Stücke (Parallelepipeda) oder würfelförmige Stücke der verschiedenen Körper durch aufgelegte Gewichte zu zerdrücken.

Die 2 ersten Methoden lassen sich vorzüglich bei Metallen und Holzarten anwenden, die letztere bei Erden, Thon, Stein- und Mörtelarten.

a) Vergleicht man auf die erstere Methode die Festigkeit der allgemeiner verbreiteten Metalle und Holzarten, so kommen sie in folgender Ordnung, wenn wir mit den cohärentesten Körpern anfangen. Bei den Metallen: Stahl, Eisen, Kupfer, Platin, Silber, Gold, Zink, Zinn, Blei. — Bei den Holzarten: Eichen, Erlen, Eschen, Kiefern, Stauhbuche, Weißdorn, Weiden, Weißtannen, Ulmen, Nußbaum, Kirschbaum, Linden, Birnbaum, Pflaumenbaum, Rothtanne, Apfelbaum, Flieder.

Verschiedene Abstufungen der Härte.

§. 24. Härte und Weichheit lassen unzählige Abstufungen zu, die zum Theil selbst wiederum durch besondere Benennungen bezeichnet werden. Lassen sie ihre Form nicht verändern, ohne zu zerbrechen, so nennt man sie spröde; lassen sich ihre Theile verschieben, ohne daß dadurch ihr Zusammenhang aufgehoben wird, so heißen sie geschmeidige, zähe, dehnbare, streckbare Körper; erhalten sie nach Entfernung der sie zusammendrückenden Kraft wiederum völlig ihre vorige Form, so nennt man sie elastische Körper, man sagt, sie besitzen Federkraft, Springkraft, Elasticität oder Contractilität.

a) Viele Körper erhalten erst durch die verschiedene Art, wie sie behandelt werden, mehr oder weniger Sprödigkeit oder Elasticität; so sind die Metalle im gegossenen Zustande gewöhnlich spröder, werden aber durch Hämmern und Schmieden fester und elastischer.

Cohäsion tropfbar-flüssiger Körper.

§. 25. Wir nennen Körper tropfbar-flüssig, wenn ihre einzelnen Theile durchaus keine beharrliche Gestalt zeigen, sich nach den Formen eines jeden Gefäßes richten, so daß sie in größern Massen im Zustand der Ruhe eine völlig wagerechte Lage annehmen; sie lassen sich nur wenig zusammendrücken, dagegen suchen sich alle ihre einzelnen Theile durch die in ihnen wirkende Anziehungskraft wechselseitig so viel als möglich zu nähern, wodurch sie Tropfen bilden, wenn sie in kleine Theile getrennt werden und nicht Schwere und

andere Kräfte zugleich störend auf sie einwirken; ihre Cohäsion äussert sich daher durch Tendenz zur Kugelform.

a) Quecksilber, das auf Holz oder Glas fällt, theilt sich in viele kleine Kügelchen, ebenso Wasser auf einem mit Oel eingeriebenen oder mit Semen Lycopodii oder viel Staub bedeckten Körper, oder Wasser, welches in kleinen Quantitäten hoch durch die Luft fällt.

Widerstand der Cohäsion derselben gegen die Schwerkraft.

§. 26. Die Cohäsion der tropfbaren Flüssigkeiten widersteht zum Theil selbst der Schwerkraft; sie äußern dieses vorzüglich, wann sie sich in kleine Theile trennen müssen, um der Schwere zu gehorchen, sobald nicht zugleich eine der Cohäsion entgegenwirkende Anziehung zu benachbarten Körpen mit im Spiel ist.

a) Kleine Quantitäten Quecksilber laufen so nicht durch Flor, Wasser nicht durch ein mit Fettigkeit oder Bärlappmehl (Semen Lycopodii) überzogenes metallenes Sieb oder durch ein damit eingeriebenes Filtrum von Papier.

Verschiedene Größe der Cohäsion flüssiger Körper.

§. 27. Die Cohäsionskraft verschiedener Flüssigkeiten ist nicht gleich groß, sie ist bei Flüssigkeiten von großem specifischem Gewicht in der Regel größer, als bei solchen, welche ein geringeres specifisches Gewicht besitzen; jedoch stehen beide nicht immer in directem Verhältniß. Die gewöhnlichen Mineralsäuren sind schwerer als Wasser, besitzen aber dennoch eine geringere Cohäsion als dieses. Als Maaß der Größe der Cohäsion der einzelnen Flüssigkeiten kann uns die Größe ihrer Tropfen dienen, indem sich diese bilden, so wie die Schwere der einzelnen Tropfen die Cohäsionskraft der Flüssigkeit überwindet.

Von folgenden Flüssigkeiten besitzen 100 Tropfen bei einer Temperatur von 14° R. folgende verschiedene Gewichte in Granen.

Destillirtes Wasser	160 Gr.	Mohnöl	86 Gr.
Ammonium, flüssiges	152 —	Olivenöl	66 —
Salzsäure v. 1,141 sp. Gw.	94 —	Terpentinöl	58 —
Nordhäuser Vitriolöl	92 —	Leinöl	56 —
Weiße engl. Schwefelsäure	86 —	Weingeist v. 0,94 sp. Gw.	58 —
Salpetersäure	82 —	Alkohol v. 0,84 sp. Gw.	39 —

Von dem Wasser wiegt daher ein Tropfen etwas über 1½ Gran; vom Alkohol wenig über ⅓ Gran.

Erscheinungen der Cohäsion und Expansion bei elastischen Flüssigkeiten.

§. 28. Die elastischen Flüssigkeiten lassen keinen bemerkbaren Zusammenhang ihrer Theile bemerken, sie dehnen sich ohne Grenzen aus, wenn sie nicht in andere Körper eingeschlossen oder durch die

Schwere ihrer eigenen Theile oder überwiegende Anziehungskraft zu einem andern Stoff auf einen kleinern Raum beengt werden, sie selbst sind nie scharf begrenzt, bilden nie Tropfen, lassen sich aber durch äußere Gewalt beträchtlich zusammendrücken.

Bei imponderablen elastischen Flüssigkeiten.

§. 29. Man unterscheidet bei den elastischen Flüssigkeiten imponderable und ponderable; erstere unterliegen der Schwere nicht und verbreiten sich daher leicht nach allen Richtungen, wenn sie nicht durch einen andern Stoff in ihrer Verbreitung zurückgehalten werden; man nannte sie daher auch unwägbare allgemein verbreitete Stoffe; es gehören dahin das Licht, die Wärme, die Elektricität und der Magnetismus.

Bei ponderablen elastischen Flüssigkeiten.

§. 30. Die ponderablen Flüssigkeiten erscheinen uns als Luftarten, Dämpfe und Dünste; die Elasticität kommt ihnen nicht ursprünglich zu, sondern sie verdanken diese vorzüglich der Wärme, welche in ihnen gebunden enthalten ist.

Die Luftarten (Gasarten, fluida aëriformia) behalten im reinen Zustand ihre elastische Form bei jedem Grad der Kälte und Zusammenpressung bei.

Die Dämpfe (vapores) lassen sich durch Zusammenpressen oder durch Entziehung der Wärme wiederum in flüssige oder feste Körper verwandeln; man kann sie daher auch unbeständige, nicht permanente Gasarten nennen.

Unter Dünsten versteht man sehr feine in der Luft schwebende tropfbar flüssige Theile, die sich nicht mehr völlig in die elastische Form versetzen konnten, oder bereits anfangen, aus dieser wieder in tropfbare Form überzugehen.

a) In der atmosphärischen Luft bilden sich so häufig Dünste bei Verdünnung der Luft oder bei Erniedrigung der Temperatur. Man beobachtet diese Erscheinung vorzüglich häufig in höhern Gebirgsgegenden, ebenso bei künstlicher Verdünnung der Luft unter der Glocke der Luftpumpe. Im Rauch finden sich außer den sich niederschlagenden Dämpfen flüssiger Körper auch fein zertheilte feste Körper, feine Theile von Kohlen, Salzen, selbst von Erden und Metalloxyden, wie dieses der Ofenbruch aus Kaminen der Schmelzöfen zeigt.

Erscheinungen der Crystallisation.

Entstehung der Crystalle.

§. 31. Gehen Körper aus ihrem tropfbar flüssigen oder elastisch flüssigen Zustande langsam in der Ruhe in den festen Zustand über, so treten ihre Theilchen in einer bestimmten Anordnung in regelmäßig gebildete Körper zusammen, welche Crystalle genannt werden. Geschieht der Uebergang schnell oder in der Unruhe, so

entsteht eine verworrene undeutliche Crystallisation, oft erhärtet in diesem Fall alles zu einer unförmlichen Masse, in welcher sich kaum eine crystallinische Bildung bemerken läßt.

Bedingungen der Crystallisation.

§. 32. Man bedient sich gewöhnlich des Wassers oder des Feuers, um die Crystallisation einzuleiten. Durch das Wasser lassen sich die Körper auf zweierlei Art in crystallinische Form bringen; entweder löst man die Körper in erwärmtem Wasser auf und läßt die erwärmte Flüssigkeit erkalten, wobei sich die Crystalle absetzen, so wie sich die Temperatur vermindert; oder man läßt die wäßrige Auflösung blos langsam verdünsten, wobei sich die Auflösung bald so concentrirt, daß sich der feste Körper nicht mehr aufgelöst erhalten kann.

Auch durch das Feuer lassen sich die Körper auf zwei verschiedene Arten crystallisiren; entweder erhitzt man die Körper bis zum Schmelzen, läßt sie dann erkalten, bis ihre Oberfläche eine Kruste bildet, und gießt das Uebrige aus, welches dann in der Ruhe zu einer crystallinischen Masse erhärtet, oder man verwandelt die Körper in Dämpfe und Dünste, die dann in einer geringern Temperatur häufig in Form kleiner Crystalle erhärten; man nennt die letztere Erscheinung auch Sublimation.

a) Das verdünstete Wasser bildet so in der Kälte Schneecrystalle; Kampher, Schwefel, Arsenik, Kohle, Zink verflüchtigen sich leicht in der Hitze, und setzen sich dann wieder an kältere Körper in mehr oder weniger crystallinischer Form ab, sie lassen sich sublimiren.

Umstände der Crystallisation.

§. 33. Die wichtigsten Umstände, unter welchen die Crystallisation erfolgt, sind folgende:

1) Je ruhiger die crystallisirende Flüssigkeit steht und je langsamer die Crystallisation eingeleitet wird, desto regelmäßiger und größer werden die Crystalle. In der Ruhe erkaltete crystallisirbare Flüssigkeiten crystallisiren oft plötzlich, wenn sie etwas erschüttert werden, selbst Wasser läßt sich in völliger Ruhe einige Grade unter dem Eispunct erkalten, ehe es gefriert.

2) Im Moment des Crystallisirens wird Wärme frei, auch Ausscheidungen von Licht und Elektricität wurden schon bei einzelnen Stoffen bemerkt.

3) Die Crystalle bilden sich theils an der Oberfläche der crystallisirbaren Flüssigkeiten, theils da, wo sie mit den Wänden des Gefäßes oder mit andern fremden Körpern in Berührung kommen; am leichtesten setzen sie sich oft auf andere schon gebildete Crystalle derselben Substanz.

Bau der Crystalle.

§. 34. Untersucht man den Bau der Crystalle näher, so zeigen sie sich aus geometrisch-gebildeten Körpern bestehend, welche sich

durch glatte Flächen und bestimmte bei demselben Stoff unveränderliche Winkel der Ecken und Kanten auszeichnen; häufig sind sie zugleich durchsichtig. Zerspaltet man Crystalle, indem man im Wasser unauflösliche Crystalle, wie Flußspath, erhitzt in kaltes Wasser wirft, so bemerkt man, daß sie nach bestimmten Richtungen in kleinere Crystalle zerspringen, und daß sich vorzüglich nach diesen Richtungen die Crystalle leichter weiter theilen lassen. Man nennt diese Richtungen Durchgang der Blätter; fährt man mit dem Wegnehmen der Blätter, von allen Seiten, wo es sich thun läßt, einige Zeit fort, so erhält man oft einen regelmäßigen Crystall, der zwar nicht selten eine andere Form hat, als der ursprünglich größere Crystall, der aber, bei demselben crystallisirenden Stoff, immer die nämliche Form zeigt. Man nennt dieses die Kerngestalt oder primitive Form des crystallisirten Körpers. — Die Gestalt des größern Crystalls, aus welchem sich diese Kerngestalt herausschälen läßt, heißt die secondäre Form; sie kann der primitiven Form ähnlich, von ihr jedoch auch sehr abweichend sein.

a) Die Kerngestalt des kohlensauren Kalks ist ein geschobener Würfel (Rhomboëder), welcher in der Natur in 60 verschiedenen secondären Crystallformen vorkommt, aus welchen allen sich ein geschobener Würfel herausschälen läßt.

Kernformen und Massentheile.

§. 35. Man kennt bis jetzt nur 6 Kerngestalten (Kern- oder Grundformen), nämlich 1) das reguläre Tetraëder, 2) die vierseitige Säule, 3) das Octaëder, 4) das reguläre sechsseitige Prisma, 5) das Rhomboidaldodecaëder, 6) das Pyramidaldodecaëder. Diese Kerngestalten lassen sich noch weiter theilen, bis man endlich bei wiederholten Theilungen, wenn sich diese wegen Kleinheit der Theile so lange fortsetzen ließen, auf die drei einfachsten geometrischen Formen kommen würde; dieses sind das Tetraëder, dreiseitige Prisma und das Parallelepipedum.

Die sechs Kernformen lassen sich aus diesen drei einfachen geometrischen Formen darstellen, welche man auch Massentheile nannte.

Alle secondären Formen lassen sich aus der verschiedenen Verbindung der sechs Kernformen mit den verschiedenen Massentheilen darstellen, indem sich die Massentheile schichtenweis auf die Flächen der Kerngestalten in verschiedener Ordnung anlegen.

Crystallisations- und Decrepitations-Wasser.

§. 36. Die unter Wasser sich absetzenden Crystalle nehmen gewöhnlich Wasser in ihre Zwischenräume auf. Bei einigen ist dieses Wasser wirklich in chemischer Verbindung mit allen Theilchen des Körpers; es hat seine flüssige Form verloren und trägt oft zur Durchsichtigkeit der Crystalle wesentlich bei, man nennt dieses daher das eigentliche Crystallisations- oder besser chemisch gebundenes Wasser. Nicht alle Crystalle enthalten jedoch solches chemisch gebundenes Wasser, sondern sie nehmen oft blos mechanisch etwas Wasser

in ihre Zwischenräume auf, welches sich bei Erhitzung der Crystalle schnell in Dünste verwandelt und die Crystalle unter Geräusch zersprengt; man nennt dieses das Decrepitations- oder Zerknisterungs-Wasser und die Erscheinung selbst das Decrepitiren oder Zerknistern der Salze.

Das Decrepitationswasser erfordert zu seiner Verflüchtigung oft größere Erhitzung, als das Crystallisationswasser; Wasser, welches unter Zerknistern aus Crystallen entweicht, ist nie Crystallisationswasser; letzteres reißt sich auf der Oberfläche los und hinterläßt hier hinreichende Oeffnungen für das Nachfolgende, wodurch dieses ohne Geräusch entweichen kann *). Den meisten Salzen, welche Decrepitationswasser enthalten, fehlt Crystallisationswasser, wie dieses beim Kochsalz und Salpeter der Fall ist.

Die Menge des Decrepitationswassers ist gewöhnlich bedeutend geringer, als die des Crystallisationswassers, es beträgt oft nur wenige Procente, gewöhnlich ist seine Menge desto geringer, je kleiner die Crystalle sind; die Menge des Crystallisationswassers ist dagegen oft sehr bedeutend; der Gyps enthält so 22, das schwefelsaure Natrum (Glaubersalz) 57, und das kohlensaure Natrum selbst 64 Procente Wasser.

3. Erscheinungen der Adhäsion.

§. 37. Man versteht unter Adhäsion die Anziehung, welche zwischen ungleichartigen Körpern Statt findet, wenn sie auf unmeßbar kleine Entfernungen genähert werden; sie hängen in diesem Fall an einander, ohne jedoch eine wirkliche chemische Verbindung einzugehen, sie bilden sogenannte Gemenge. Die Adhäsion findet zwischen Körpern derselben Art, so wie zwischen sehr verschiedenartigen Körpern Statt; feste adhäriren mit festen, flüssige mit flüssigen, elastische mit flüssigen, ebenso feste mit flüssigen und elastischen. Auch die Adhäsion vermindert sich unter übrigens gleichen Umständen mit Erhöhung der Temperatur.

Adhäsion zwischen festen und festen Körpern.

§. 38. Die Adhäsion zwischen festen Körpern äußert sich vorzüglich in folgenden Erscheinungen:

1) Sehr glattgeschliffene Körper von verschiedener Natur, Scheiben von Glas, Metall, Marmor, Holz hängen mit einer gewissen Kraft zusammen, wenn sie in genaue Berührung gebracht werden.

2) Feiner Staub setzt sich selbst an senkrecht und umgekehrt stehende Flächen.

3) Wird ein Körper vorher flüssig gemacht, um ihn der Oberfläche des andern besser anzupassen, so äußert sich die Adhäsion vor-

*) Nach Berzelius in Gilberts Annalen der Physik. Th. 40. S. 241.

züglich stark; es beruht hierauf das Löthen, Spiegelmachen, die Anwendung des Mörtels, Leims, Kleisters.

a) Werden zwei geschliffene Flächen, ein Stück Marmor auf ein Stück Metall durch erwärmtes Unschlitt zusammengekittet, so lassen sie sich nachher in der gewöhnlichen Temperatur nur mit bedeutender Gewalt wieder trennen.

Adhäsion zwischen festen und flüssigen Körpern.

§. 39. Die Adhäsion zwischen festen und tropfbar flüssigen Körpern äußert sich vorzüglich in folgenden Erscheinungen: Nähert man eine eben geschliffene Platte eines festen Körpers der Oberfläche einer Flüssigkeit, so lassen sich beide nur mit einer gewissen Kraft von einander trennen. Platten von 18 Linien Durchmesser (oder 1,76 Quadratzoll Oberfläche), welche mit einer Wasserfläche in Berührung gebracht werden, haben nach Ruhlands Versuchen bei einer Temperatur von 14° R. bei verschiedenen festen Körpern 70,5—80 Grane nöthig, um sich von dem Wasser loszureißen; bei Flächen von einem Quadratzoll bedarf es hierzu einer Kraft von 40—45 Granen, bei durchnäßtem Holz einer Kraft von 43¾ Granen.

a) Um einen Wassereimer, von einem Quadratschuh Bodenfläche, aus dem Wasser zu heben, bedarf es daher im Moment des Losreißens vom Wasser einer Kraftanstrengung von 26⅓ Lothen.

b) Thonreiche Bodenarten besitzen eine größere Adhäsionskraft gegen die Ackerwerkzeuge, als Sand- und Kalkböden; der Landmann nennt sie deßwegen schwer, ob sie gleich ihrem wirklichen Gewichte nach vielmehr leicht genannt werden müßten.

Haarröhrchenkraft.

§. 40. Ist die Adhäsionskraft eines festen Körpers zu einem flüssigen größer, als die Cohäsion der Theilchen des flüssigen Körpers unter sich, so steigt der flüssige Körper an dem festen der Schwere entgegengesetzt in die Höhe; ist dagegen diese Adhäsion geringer, so steigt er weniger hoch und bleibt auf einem niedern Stand stehen. Durch gemeinschaftliche Wirkung der Adhäsion und Cohäsion nimmt Wasser in einem Glase einen concaven Stand an und steigt in dünnen Glasröhren, in sogenannten Haarröhrchen, bedeutend in die Höhe; es steigt in Röhren von ⅓ Linie Durchmesser 26 Linien hoch; es steigt desto höher, je enger die Röhren sind, im Allgemeinen so hoch, bis Adhäsion und Cohäsion auf der einen und Schwere auf der andern Seite einander das Gleichgewicht halten: man nannte daher diese Aeußerung der Adhäsionskraft oft ausschließend Haarröhrchen-Kraft (Capillarität). Die Körper zeigen in dieser Beziehung viele Verschiedenheiten; Salmiakgeist steigt in gleichweiten Röhren höher als Wasser, Weingeist weniger hoch; Quecksilber steht dagegen in Glasröhren selbst tiefer, als die äußere Oberfläche, es bildet in einem Glase eine convexe Oberfläche; das Gleiche zeigt Wasser in einem Glase oder in andern Körpern, deren Oberfläche zuvor mit einer Fettigkeit überzogen ist; dagegen bildet

es läßt sich daher während der Weinlese oft aus derselben Weinkufe ein im spec. Gewicht verschiedener Most abzapfen, je nachdem man diesen von den obern, oft schon klaren oder den tiefern noch trüben Schichten der Weinkufe nimmt.

Adhäsion tropfbarer Flüssigkeiten untereinander, Flächenanziehung.

§. 43. Werden zwei verschiedene Flüssigkeiten zusammengegossen, welche sich chemisch nicht verbinden, wie Wasser auf eine Fläche Quecksilber, so verbreiten sie sich mit größerer Schnelligkeit übereinander, je nachdem sie mehr oder weniger Anziehung zu einander besitzen. Wasser verbreitet sich so schnell auf Quecksilber, Oel schnell auf Wasser; man nannte die Erscheinung der Adhäsion auch ausschließend Flächenanziehung. Bringt man auf dieselbe Wasserfläche nach einander verschiedene Flüssigkeiten, so verdrängen sie sich wechselseitig, je nachdem sie zu dem Wasser eine mehr oder weniger große Adhäsion besitzen; so werden auf Wasser fette Oele von flüchtigen verdrängt, diese von milchartigen Pflanzensäften, wie Wolfsmilch, diese von Weingeist und dieser von Aether; es zeigen sich daher in dieser Beziehung Adhäsionsverwandtschaften, auf ähnliche Art, wie wir sogleich näher chemische Verwandtschaften kennen lernen werden.

a) Werden flüssige Körper sehr fein in andere vertheilt, so bilden sie oft trübe milchartige Flüssigkeiten, Suspensionen, aus welchen sich die beiden Flüssigkeiten oft nur sehr langsam durch ihr verschiedenes specifisches Gewicht scheiden; die flüchtige Oele enthaltenden sogenannten destillirten Wasser zeigen diese Erscheinung häufig.

Adhäsion elastischer Flüssigkeiten untereinander.

§. 44. Die luftartigen elastischen Flüssigkeiten zeigen sämmtlich Adhäsion zu einander; werden schwerere und leichtere Luftarten, wie kohlensaure Luft und Wasserstoffgas, wovon erstere selbst 18mal schwerer als letztere ist, in der Ruhe in zwei übereinander befindlichen communicirenden Flaschen zusammengebracht, so vermengen sich demungeachtet beide in kurzer Zeit gleichförmig, wenn sich auch am Anfang des Versuchs die schwerere Luft in der untern Flasche befand. Auf ähnliche Art finden sich in der atmosphärischen Luft Stickstoff und Sauerstoff in gleichem Verhältniß in den höchsten, wie in den tiefsten Luftregionen gemengt, obgleich beide Luftarten im Gewicht sehr verschieden sind.

Auch die Dämpfe vermengen sich auf dieselbe Art gleichförmig mit den Luftarten; schlagen sie sich wiederum aus der Luft nieder, so bilden sie Dünste, welche oft lange in der Luft durch Suspension schwebend bleiben.

Adhäsion elastischer Flüssigkeiten zu tropfbaren.

§. 45. Viele Luftarten zeigen die Eigenheit, sich mit tropfbaren Flüssigkeiten durch Adhäsion zu verbinden, ohne mit ihnen eine chemische Verbindung einzugehen. Wird Wasser im reinen ausgekochten Zustand an die atmosphärische Luft gestellt, so absorbirt es viel Sauerstoff mit etwas Stickstoff; selbst das so dichte Quecksilber nimmt leicht durch Adhäsion viele Luft in seine Zwischenräume auf: es muß daher zu genauen physikalischen Instrumenten ausgekocht werden. Auch Kohlensäure verbindet sich leicht mit dem Wasser; durch vermehrten Druck kann dieses in solcher Menge geschehen, daß sich das Wasser dadurch in Geruch, Geschmack und Eigenschaften überhaupt wesentlich verändert, und zu einem sogenannten Sauerwasser wird.

Adhäsion elastischer Flüssigkeiten zu festen Körpern.

§. 46. Die meisten porösen festen Körper haben die Eigenschaft, Dünste, Dämpfe und Luftarten zu absorbiren und durch Adhäsion mit sich zu verbinden; diese blos durch Adhäsion absorbirten elastischen Flüssigkeiten entweichen dann gewöhnlich leicht wieder, sobald die porösen Körper bedeutend erhitzt oder unter der Luftpumpe ausgepumpt werden. — Frisch ausgeglühte Kohle zeigt diese Eigenschaft in ausgezeichnetem Grade, auch verschiedene Holzarten, Wollen-, Seidenzeuche, verschiedene poröse Fossilien, wie Meerschaum, Klebschiefer, Asbest; ebenso verschiedene Erd- und Mergelarten besitzen diese Eigenschaft. Nach Saussure absorbirt ausgeglühte Kohle von Buchsbaumholz 35mal so viel, als ihr Volumen beträgt, an kohlensaurem Gas, 9,25mal so viel Sauerstoffgas und 7,5mal so viel Stickstoffgas; durch feines Pulverisiren werden viele Poren zerstört und dadurch die Absorption vermindert.

a) Kohle, welche an der Luft liegt, kann daher durch Absorption von Luft und Feuchtigkeit 10—20 Procent an Gewicht zunehmen.
b) Die Fruchtbarkeit der verschiedenen Bodenarten beruht zum Theil auf dieser verschiedenen Fähigkeit, Sauerstoff und Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren.
c) Oft entweicht aus Körpern, welche lange an der Luft lagen, schon durch Untertauchen unter Wasser, wieder ein Theil der absorbirten Luft, wie man dieses bei Holz-, Kohlen-, Erd- und Mergelarten oft bemerken kann.

---

4. Von den chemischen Verbindungen.

Chemische Verwandtschaft, Affinität.

§. 47. Besitzen zwei Körper die Eigenschaft, sich bei der Berührung so innig mit einander zu verbinden, daß sie sich wechselseitig durchdringen und zu einem neuen, für uns gleichförmig gebildeten Körper vereinigen, so sagt man: sie besitzen chemische Verwandtschaft, Wahlanziehung, Wahlverwandtschaft, Affinität (affinitas chemica).

Die Stärke dieser Anziehung oder Größe der Affinität ist nicht bei allen Körpern gleich groß. Manche vereinigen sich schnell bei großer Heftigkeit, so wie sie mit einander in Berührung kommen (Kalk und Salpetersäure, Eisen und Schwefelsäure); bei andern erfolgt diese Verbindung langsamer (bei Kieselerde und Flußspathsäure, Zucker und Wasser); noch andere besitzen selbst gar keine chemische Anziehung zu einander (Gold und Schwefelsäure, Kieselerde und Salzsäure).

Lösung und Auflösung.

§. 48. Verbinden sich zwei verschiedenartige Körper mit einander innig, so wird das Product Lösung oder Auflösung genannt, den zuvor flüssigen Körper nennt man das Auflösungsmittel (menstruum), den festen Körper, der aufgelöst werden soll, den aufzulösenden oder aufgelösten; Benennungen, die übrigens nicht ganz passend sind, indem sich eigentlich beide Körper wechselseitig mit einander verbinden und durchdringen. Die Benennung Lösen wird gewöhnlich gebraucht, wenn beide sich verbindende Körper mit einander mehr blos in eine wechselseitige Adhäsion und Cohäsion treten, ohne ihre Grundmischung wesentlich zu verändern; es ist ein bloßes Tropfbarflüssigwerden eines starren Körpers mit einem bereits tropfbarflüssigen und der gelöste Stoff läßt sich in diesem Fall durch unsere Sinne, durch Geruch, Geschmack, Farbe, deutlich erkennen. — Auflösung nennt man dagegen die Verbindung von Körpern durch wirkliche chemische Anziehungen, wobei die Grundmischung der einzelnen Stoffe vernichtet wird und daraus ein neues Product hervorgeht, dessen Eigenschaften mehr oder weniger von den Eigenschaften der angewandten Körper abweichen.

a) Beispiele von Lösungen geben das Auflösen von Zucker, oder Kochsalz in Wasser, von Kampher in Weingeist.

b) Beispiele von wirklich chemischen Auflösungen geben dagegen die Auflösung von Eisen oder Kupfer in Schwefelsäure, von Kalkerde in Salpetersäure.

Lösungen und Auflösungen auf trockenem und nassem Wege.

§. 49. Besitzen beide oder auch nur einer der sich verbindenden Körper von Natur schon eine flüssige Form, so nennt man es eine Lösung oder Auflösung auf nassem Wege; sind dagegen beide Körper fest und muß größere Hitze bis zum Schmelzen des einen Körpers angewandt werden, um sie mit einander zu verbinden, so nennt man diesen Proceß das Lösen oder Auflösen auf trockenem Wege.

a) Wird pulverisirter kohlensaurer Kalk mit Schwefel, oder Blei mit Zinn zusammengeschmolzen, so verbinden sich diese Körper, ob sie gleich keine chemische Anziehung zu einander besitzen, mehr durch Cohäsion und Adhäsion, es sind Lösungen auf trockenem Wege; wird dagegen reiner caustischer Kalk mit Schwefel, oder Blei mit Schwefel zusammengeschmolzen, so gehen diese Körper

wirkliche chemische Verbindungen mit einander ein, sie bilden Auflösungen auf trockenem Wege.

Förderungsmittel der chemischen Auflösung.

§. 50. Die Körper besitzen oft chemische Anziehung, ohne diese jedoch zu äußern, wenn sie nicht unter gewisse dazu günstige Umstände versetzt werden; es ist daher von Wichtigkeit, diese näher zu kennen; oft kommen die Auflösungen weit schneller und vollständiger zu Stande, wenn diese Beförderungsmittel berücksichtigt werden; sie sind diese:

1) Das Flüssigmachen. Die meisten Körper verbinden sich nur dann mit einander, wenn einer der beiden Körper flüssig ist; feste Körper können sich weit weniger Berührungspunkte darbieten, und haben in ihren Theilchen selbst einen zu großen Zusammenhang, um sich leicht wechselseitig durchdringen zu können; gewöhnlich geht daher die Verbindung am leichtesten vor sich, wenn beide Körper flüssig sind.

a) Bittererde und trockene crystallisirte Weinsteinsäure verbinden sich nicht mit einander, wenn sie blos trocken zusammengerieben werden, welches jedoch leicht geschieht, wenn man zugleich Wasser zusetzt.

b) Beispiele von chemischen Verbindungen zwischen trockenen Körpern sind seltner; werden Kalkerde und krystallisirte Kleesäure, Kalk und Salmiak, Eis und Kochsalz oder Eis und Chlorkalk als Pulver zusammengerieben, so verbinden sie sich jedoch gleichfalls.

2) Erwärmung. Werden feste Körper erwärmt, so nehmen sie ein größeres Volumen ein; ihre Theilchen entfernen sich wechselseitig, ihre Anziehung vermindert sich, sie gehen dadurch oft selbst in tropfbar-flüssigen Zustand über, und ihre Fähigkeit, sich mit einander chemisch zu verbinden, wird dadurch im Allgemeinen befördert; erhitzt man die Körper jedoch so stark, daß sie selbst in Dampf oder luftförmigen Zustand übergehen, so entfernen sich dadurch ihre Theilchen in zu hohem Grade, die Verbindungen werden dadurch oft wieder aufgehoben.

a) Schwefel und Eisen verbinden sich in der Kälte als Pulver zusammengerieben nicht, schmelzen aber schon bei mäßiger Hitze zu Schwefeleisen, trennen sich aber wiederum bei höhern Hitzgraden, wobei sich der Schwefel verflüchtigt.

b) Gestoßenes Eis und Zucker gehen in der Kälte keine Verbindung ein, lösen sich, wenn die Temperatur über den Eispunkt steigt, und trennen sich wieder, wenn das Wasser durch Wärme in Dampfform übergeht.

3) Verkleinerung und Bewegung. Die mechanische Verkleinerung vermehrt immer die Berührungspunkte, und befördert daher oft sehr die Einwirkung der zu verbindenden Stoffe, vorzüglich wenn diese zugleich unter einander (durch Schütteln, Rühren) bewegt und dadurch die Berührungspunkte erneuert werden.

4) **Vergrößerter Druck.** Ob sich gleich tropfbare Flüssigkeiten nur wenig zusammendrücken lassen, so äußern sie demungeachtet auf feste Körper eine stärker auflösende Kraft, wenn sie unter einem größern hydrostatischen Druck auf die festen Körper einwirken.

a) Wasser, welches man in Bohrlöchern (cylindrischen Röhren) von 300 Schuhen Tiefe auf trockenes dichtes Steinsalz einwirken läßt, verwandelt sich in wenigen Minuten in eine gesättigte Salzsoole *), während sich dasselbe Steinsalz in Wasser unter dem gewöhnlichen Druck der Luft nur sehr langsam zu einer gesättigten Soole auflöst.

b) Durch die Realische Wasserpresse lassen sich auch in geringer Temperatur in kurzer Zeit Stoffe in Wasser auflösen, welche sonst nur in höherer Temperatur oder in bedeutend längerer Zeit aufgelöst werden können; auch die größere Auflösbarkeit vieler Stoffe beim Kochen in dicht verschlossenen Gefäßen (im Papinischen Topf) beruht zum Theil auf dieser durch Druck vergrößerten auflösenden Kraft des Wassers.

c) Unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre nimmt das Wasser nur wenig Kohlensäure und noch weniger Sauerstoff auf, unter starkem Druck läßt es aber eine bedeutende Menge dieser Gasarten mit sich verbinden, die sich wieder verflüchtigen, sobald sich der Druck vermindert; letzteres geschieht, wenn eine gepfropfte Flasche moussirenden Weins oder Biers geöffnet wird.

d) Wird Kreide unter gewöhnlichem Druck der Luft geglüht, so entweicht ihre Kohlensäure und sie wird zu gewöhnlichem Kalk gebrannt; wird sie aber (nach Chevalier Halls Versuchen) in dichte eiserne Röhren gefüllt und geglüht, so schmilzt sie und crystallisirt beim Erkalten zu einer Art Marmor.

5) **Einfluß der Schwere.** Besitzen zwei Körper, welche sich auflösen sollen, ein verschiedenes specifisches Gewicht, so erschwert dieses gewöhnlich etwas ihre Auflösung, es bildet sich zuerst im Grund der Flüssigkeit um den schweren Körper eine concentrirte Auflösung, welche sich aber in der Ruhe sehr langsam durch die ganze Flüssigkeit gleichförmig vertheilt. Bewegung beschleunigt in diesem Fall vorzüglich die schnellere Auflösung und gleichförmigere Sättigung. Ist übrigens diese gleichförmige Vertheilung einmal geschehen, so ist die Schwerkraft nie mehr im Stande, eine Abtrennung hervorzubringen.

a) Bringt man in eine cylindrische senkrecht stehende Röhre von zwei Schuhen Länge und ½ Zoll Durchmesser unten drei Zoll hoch Kochsalz, und füllt die übrige Röhre mit Wasser völlig an, so zeigt die Oberfläche des Wassers selbst nach mehreren Wochen kaum eine Spur von Kochsalz, wenn gleich im Grunde der Röhre noch überflüssig viel unaufgelöstes Kochsalz liegt, und die tiefsten Theile der Röhre eine gesättigte Salzauflösung enthalten.

---

*) Nach Versuchen, welche in der Saline Wilhelmsglück in Würtemberg gemacht wurden.

Sättigung.

§. 51. Bringt man einen flüssigen Körper mit einem andern festen oder flüssigen Körper zusammen, gegen den er Affinität hat, so nimmt er gewöhnlich nur eine bestimmte Menge desselben auf; man nennt dieses den Sättigungs- oder Saturationspunkt; man sagt in diesem Fall, die Flüssigkeit sei gesättigt oder saturirt. Besitzen die beiden Stoffe nur eine geringe Verwandtschaft zu einander, so ist dieser Sättigungspunkt je nach der Temperatur und dem Druck der Luft veränderlich; ist diese groß, so ist er mehr bestimmt, fix. Manche Flüssigkeiten, welche nur eine geringe Verwandtschaft zu einander haben, und sich mehr durch Adhäsion, als wirklich chemische Affinität mit einander verbinden, lassen sich selbst in allen Verhältnissen mit einander verbinden; sie haben keine bestimmten Saturationspunkte.

a) Bestimmte Saturationspunkte besitzen Wasser und Kochsalz, Wasser und Aether, Weingeist und Kampher, ob sie gleich durch Druck und Wärme etwas veränderlich sind.

b) Unbestimmte Sättigungspunkte besitzen Wasser und Weingeist, Aether und Weingeist.

Neutralisation.

§. 52. Verbinden sich zwei Körper mit einander, welche in ihren sinnlichen Merkmalen sehr verschieden sind, und heben sie diese bei ihrer Verbindung gegenseitig auf, verbinden sie sich wirklich chemisch, so sagt man: die Körper neutralisiren sich, sie treten in eine ruhende Affinität; man nennt diese Art von Sättigung ausschließend Neutralisation, die Stufe, auf welcher die vollkommenste Sättigung Statt findet, heißt ihr Neutralisationspunkt; er ist gewöhnlich weit bestimmter und durch äußere Umstände weniger veränderlich, als der vorhin erwähnte Sättigungspunkt; Kalkerde sättigt so immer blos eine bestimmte Menge von Schwefelsäure.

a) Man gebraucht diesen Ausdruck oft ausschließlich für die Verbindungen der Alkalien und Erden mit Säuren, weil in ihnen die Gegensätze am stärksten hervortreten.

Erkennungsmittel der Neutralisation.

§. 53. Es ist in vielen Fällen von Wichtigkeit, den Neutralisationspunkt genau zu erkennen, indem die Eigenschaften völlig neutraler Verbindungen oft sehr von andern abweichen, in welchen der eine oder andere Stoff noch vorherrscht. — Wir besitzen zur Erkennung des Neutralisationspunkts in den Farbstoffen vieler Pflanzen sehr empfindliche Mittel. Werden die blauen Farbstoffe der Veilchen, Glocken, Levkojen, Enzianarten, Leinarten und ähnlicher Blüthen oder der Beeren von Flieder (Sambucus nigra), Heidelbeeren (Vaccinium Myrtillus), Kreuzbeeren (Rhamnus catharticus), durch Weingeist ausgezogen *), und mit einer Säure zusammengebracht,

*) Siehe die unter meinem Präsidium bearbeitete Inauguraldissertation über die Farben der Blüthen von Frank. Tübingen b. Schönhardt 1825.

so färben sich die blauen und violetten Farbstoffe lebhaft roth; werden ihnen dagegen alkalische Stoffe zugesetzt, so gehen sie in eine lebhaft grüne, durch stärkere Alkalien zuweilen gelbgrüne und gelbe Farbe über. Durch völlig neutrale Auflösungen erleiden diese Pflanzenfarben keine Veränderung. — Wird einem solchen durch Säure gerötheten frischen Farbstoff langsam ein alkalischer Stoff zugesetzt, so erscheint oft beim Eintritt des Neutralisationspunkts wieder die blaue Farbe, die aber in grün, gelbgrün und gelb übergeht, so wie stärkere Alkalien zugesetzt werden.

Mehrere gelbe Farbstoffe des Pflanzenreichs zeigen ein den blauen Farbstoffen entgegengesetztes Verhalten; Säuren wirken auf sie nicht oder nur wenig, während sie sich dagegen durch Alkalien braun oder rothbraun färben.

Werden mit solchen Farbstoffen Papiere gefärbt, so lassen sich diese oft lange zum Gebrauch aufbewahren; empfindlicher sind jedoch immer die frischen Farbstoffe.

a) Gewöhnlich wird bei chemischen Untersuchungen statt dieser frischen Farbstoffe, die man nicht immer vorräthig hat, der im Handel vorkommende blaue Lackmus (durch alkalische Behandlung einer Flechte, Roccella tinctoria Achar erhalten) angewandt, der auch hie und da zum Bläuen der Wäsche in Gebrauch ist, er wird durch Säuren lebhaft roth; zur Prüfung auf Alkalien werden theils die durch eine schwache Säure gerötheten Lackmuspapiere oder gelbe Farbstoffe von Wurzeln, wie der gelbe Farbstoff der Curcuma und Rhabarber angewandt.

Verschiedenheit zwischen Sättigen und Neutralisiren in Beziehung auf Pflanzenfarbstoffe.

§. 54. Die Verschiedenheit zwischen Sättigung und Neutralisation von zwei Flüssigkeiten zeigt sich insbesondere auch in dem verschiedenen Verhalten gegen Pflanzenfarbstoffe. Wird ein fester Körper in einer Flüssigkeit blos gelöst (Zucker in Wasser oder Weingeist, Kochsalz in Wasser, Kampher in Weingeist), so erleiden diese Farbstoffe dadurch keine Veränderung, der Saturationspunkt giebt sich blos dadurch zu erkennen, daß die Flüssigkeit nun nichts mehr von dem festen Körper weiter aufzunehmen im Stande ist. Wird dagegen ein Körper in einem andern wirklich chemisch aufgelöst und mit diesem neutralisirt, so zeigen sich diese Farbenveränderungen deutlich, die Farbstoffe werden durch die Auflösungen wie durch Säuern oder Alkalien verändert, so lange in ihnen der eine oder andere Stoff noch vorherrschend ist; nur bei der völligen Neutralisation verschwindet die Reaction. Beispiele giebt die Neutralisation irgend einer Säure durch Kali oder Kalk.

Uebersättigung.

§. 55. Enthält eine Auflösung von einem Körper mehr als zu der neutralen Verbindung beider Körper nöthig ist, so sagt man, sie sei übersättigt; der Ausdruck selbst ist jedoch nicht ganz richtig,

indem das überflüssig Zugesetzte sich mit der übrigen Auflösung nicht wirklich verbindet, sondern im freien Zustand blos als Gemeng enthalten ist und sich auch oft wiederum durch mechanische Mittel, oft durch bloße Verdünstung abtrennen läßt. Je nach dem Vorherrschen des einen oder andern Bestandtheils können daher bei denselben Mischungstheilen gemischte Producte von verschiedenen Formen und Eigenschaften entstehen. Ist bei einem Salz die Säure vorherrschend, so nennt man es ein saures, ist der alkalische Stoff vorherrschend, ein basisches Salz.

a) Der gewöhnliche Weinstein ist ein saures Salz, er enthält neutrales weinsteinsaures Kali mit etwas freier Weinsteinsäure; eben so enthält das Sauerkleesalz freie Sauerkleesäure; beide Salze reagiren daher auf Pflanzenfarbstoffe sauer. Die gewöhnliche Potasche ist dagegen ein basisches Salz, sie besteht aus unvollkommen mit Kohlensäure gesättigtem Kali, sie reagirt daher auf Pflanzenfarben wie ein alkalischer Stoff.

Sättigungscapacität.

§. 56. Werden in demselben Auflösungsmittel, in einer Säure, in abgesonderten Quantitäten verschiedene Körper (Erden, Alkalien) bis zur Neutralisation aufgelöst, so ist dieselbe Säure eine verschiedene Menge dieser Körper mit sich zu verbinden im Stande; die einzelnen Stoffe zeigen in dieser Beziehung bedeutende Verschiedenheiten, man nennt dieses ihre verschiedene Sättigungscapacität, ihr verschiedenes Massenverhältniß.

a) Um 100 Gewichtstheile Schwefelsäure zu sättigen, sind 191 Gewichtstheile Schwererde, 118 Theile Kali, 78 Natron, 71 Kalkerde, 51 Bittererde, 44 Ammonium nöthig.

b) Um 100 Theile Kalkerde zu sättigen, sind dagegen nöthig 191 Theile Salpetersäure, 141 Theile Schwefelsäure, 127 Theile Kleesäure, 78 Kohlensäure.

Zerlegende oder entmischende Affinität.

§. 57. Die Körper lassen sich dadurch chemisch zerlegen, daß sie mit Stoffen in Verbindung gebracht werden, welche zu dem einen oder dem andern ihrer Bestandtheile eine nähere Verwandtschaft haben; der zugesetzte Körper verbindet sich dann mit einem dieser Stoffe und scheidet ihn von den übrigen aus.

Einfache entmischende Affinität.

§. 58. Wird zu dieser Entmischung oder Zerlegung ein einfacher Stoff angewandt, so erfolgt eine neue Verbindung mit Ausscheidung des einen Bestandtheils des entmischten (zersetzten) Körpers, man nennt dieses eine einfache zerlegende Wahlverwandtschaft, eine einfache Affinität.

a) Wird einer Kupfervitriolauflösung Kali zugesetzt, so verbindet sich dieses mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Kali und das Kupferoxyd wird ausgeschieden.

b) Wird Gyps (eine Verbindung von Schwefelsäure mit Kalkerde) mit Kali zusammengebracht, so verbindet sich dieses mit der Schwefelsäure und die Kalkerde wird ausgeschieden.

Auch sehr zusammengesetzte Verbindungen, deren Bestandtheile sich in der Flüssigkeit mehr blos in einer Lösung, als wirklich chemischen Auflösung befinden, lassen sich oft auf ähnliche Art durch Zusatz eines dritten Körpers zersetzen.

a) Wird einer Lösung von Kampher oder Harz in Weingeist Wasser zugesetzt, so verbindet sich das Wasser sogleich mit dem Weingeist und der Kampher oder das Harz werden ausgeschieden.

Wechselseitig entmischende Affinität oder doppelte Wahlverwandtschaft.

§. 59. Wird ein aus 2 Stoffen zusammengesetzter Körper durch einen dritten Körper, welcher selbst aus 2 Stoffen zusammengesetzt ist, auf eine solche Art zersetzt, daß zwei neue Verbindungen durch wechselseitigen Austausch ihrer Bestandtheile entstehen, so wird dieses eine doppelte Wahlverwandtschaft genannt.

Bringt man zu Chlorcalcium schwefelsaueres Natrum, so verbindet sich die Kalkerde mit der Schwefelsäure zu Gyps und das Chlor mit dem Natrium zu Kochsalz. Auf ähnliche Art zersetzen sich salpetersaueres Bleioxyd und schwefelsaueres Kali zu schwefelsauerem Bleioxyd und Salpeter.

Bedingungen, unter welchen diese Zerlegungen erfolgen.

§. 60. Diese wechselseitigen Zerlegungen erfolgen nur dann, wenn die Summe der Größe der neu aufeinander wirkenden Affinitäten größer ist, als die Summe der zuvor in der Verbindung ruhenden Affinitäten. Ist dagegen die Summe der ruhenden Affinitäten beider in Berührung tretender Körper größer, als die der zerlegenden, so erfolgt keine wechselseitige Zersetzung.

a) Gyps und Kochsalz, ebenso Gyps und Chlorkalium zersetzen sich nicht; werden solche Verbindungen gemeinschaftlich in Flüssigkeiten aufgelöst, so mengen sie sich blos mechanisch, ohne sich chemisch zu verbinden.

Erfolge der Zersetzungen.

§. 61. Die Art, wie die zersetzten Körper ausgeschieden werden, hängt sehr von dem verschiedenen specifischen Gewicht und Form derselben ab. Ist der ausgeschiedene Stoff schwerer, als sein Auflösungsmittel, so fällt er in demselben nieder; ist er leichter, so setzt er sich auf dessen Oberfläche ab, oder entweicht selbst in Luftform. Im Allgemeinen heißt die Scheidung immer Fällung oder Niederschlagung; das Scheidungsmittel heißt auch Fällungsmittel; der ausgeschiedene Körper selbst heißt das Präcipitat oder der Niederschlag; er kann nach dem Ebenerwähnten auch als Rahm oben aufschwimmen, oder sich in Luft- oder Dampfform entwickeln; wird zugleich Wärme angewandt, wodurch sich Dämpfe entwickeln, welche nachher

wieder in einem andern Behältniß (Vorlage) in tropfbarflüssige Form übergehen, so nennt man dieses destilliren, und die erhaltene Flüssigkeit selbst ein Destillat; gehen sie aus der Dampfform unmittelbar in feste Form über, so nennt man dieses sublimiren und die so erhaltenen festen Körper ein Sublimat.

a) Wird schwefelsaurer Kupferauflösung Kali zugesetzt, so erhält man als Präcipitat Kupferoxyd niederfallend.

b) Wird eine Seifenlösung durch Essig zersetzt, so schwimmt nach einiger Zeit der fette Stoff der Seife als Rahm obenauf.

c) Wird ein weißer Kalkstein in Salzsäure aufgelöst, so verbindet sich das Chlor dieser Säure mit dem Grundstoff der Kalkerde, dem Calcium, zu einer wasserhellen Auflösung, und die Kohlensäure des Kalksteins entweicht in vielen Bläschen.

d) Wird eine Mischung von Wasser und Weingeist in einem verschlossenen Behältniß erhitzt, so entweicht zuerst vorzüglich der Weingeist, er wird durch Destillation vom Wasser getrennt.

e) Werden zinkhaltige Erze in starker Hitze geschmolzen, so verflüchtigt sich das Zinkmetall und setzt sich in den Kaminen wiederum als Sublimat ab.

Zuweilen kann selbst eine Zersetzung erfolgt sein, ohne daß das Auge eine Veränderung in den aufgelösten Körpern bemerkt; dieses ist der Fall, wenn die Producte der Zersetzung selbst wiederum in derselben Flüssigkeit aufgelöst bleiben.

a) Wird eine Gypsauflösung durch reines Kali zersetzt, so verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Kali zu einem im Wasser klar aufgelösten Salz, und die abgeschiedene Kalkerde bleibt in Form von Kalkwasser gleichfalls klar aufgelöst.

Vorbereitende oder prädisponirende Affinität.

§. 62. Manche Stoffe zeigen keine Einwirkung auf einander, wenn sie rein zusammengebracht werden; sie verbinden sich nicht, welches aber geschieht, wenn ihnen ein dritter Stoff zugesetzt wird, durch den sie gleichsam zu dieser Verbindung erst vorbereitet werden: man nennt dieses daher vorbereitende, disponirende oder prädisponirende Affinität.

a) Reines fettes Oel läßt sich in Wasser nicht auflösen; wird es aber zuvor mit Kali zu Seife verbunden, so läßt es sich in dieser Verbindung in Wasser durch Hülfe des Kalis lösen.

b) Reine Metalle gehen mit reinen Säuren keine Verbindung ein; welches aber geschieht, wenn die Metalle vorher mit Sauerstoff verbunden und dadurch oxydirt werden: dieses geschieht theils auf Kosten des Sauerstoffs der Säure, theils auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers.

Größe der Affinität, Affinitätsreihen.

§. 63. Das oben §. 56. erwähnte Massenverhältniß der aufgelösten Substanz gegen das der Säure steht mit der chemischen Anziehung beider verbundenen Stoffe in genauer Beziehung, und

Bergmann glaubte selbst das Gesetz aufstellen zu können, daß die Affinität von 2 Stoffen desto größer sei, je mehr sie wechselseitig zu tragen (aufzulösen) im Stande sind; es zeigen sich jedoch von diesem Gesetz beträchtliche Ausnahmen; nach der oben bemerkten Sättigungscapacität der Kalkerde müßte sie zur Salpetersäure und Schwefelsäure eine größere Affinität haben, als zur Kleesäure, was jedoch nicht der Fall ist; ihre Affinität zur Kleesäure ist vielmehr größer, als zu diesen beiden Säuren.

Um die Größe dieser Affinitäten zu bestimmen, hat man viele Versuche angestellt, indem man 2, 3 und mehr Körper zusammenbrachte und beobachtete, welche derselben sich vorzugsweise mit den übrigen verbinden und welche bei solchen Verbindungen ausgeschieden werden; man erhielt dadurch sogenannte Affinitätsreihen. Die am häufigsten vorkommenden Säuren, Alkalien, Erden und Metalloxyde überhaupt besitzen so je zu 12 der häufiger angewandten Stoffe folgende Affinitätsreihen:

Schwefelsäure	Salpetersäure	Kali, Natron und Ammonium	Kalkerde	Thonerde	Eisenoxyd
Schwererde	Kali	Gallussäure	Kleesäure	Schwefelsäure	Gallussäure
Strontianerde	Natron	Kleesäure	Schwefelsäure	Salpetersäure	Kleesäure
Kalkerde	Schwererde	Weinsteinsäure	Weinsteinsäure	Salzsäure	Weinsteinsäure
Kali	Strontianerde	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Kleesäure	Schwefelsäure
Natron	Kalkerde	Salzsäure	Salpetersäure	Flußsäure	Salzsäure
Ammonium	Ammonium	Salpetersäure	Salzsäure	Citronsäure	Salpetersäure
Bittererde	Bittererde	Phosphorsäure	Flußsäure	Weinsteinsäure	Phosphorsäure
Beryllerde	Beryllerde	Citronsäure	Essigsäure	Essigsäure	Citronsäure
Thonerde	Thonerde	Essigsäure	Kohlensäure	Farbstoffe	Essigsäure
Metalloxydule	Metalloxydule	Blausäure	fette Oele	Kali und Natron	Blausäure
Metalloxyde	Metalloxyde	Hydrothionsäure	Schwefel	Fett	Hydrothionsäure
Kieselerde	Kieselerde	Kohlensäure	Wasser	Wasser	Kohlensäure

Je einfacher die Stoffe sind, desto stärkere und manchfaltigere Affinität zeigen sie, einfache Stoffe verbinden sich vorzugsweise mit einfachen; je zusammengesetzter sie werden, desto geringere und schwächere Affinitäten äußern sie gegen einander, bis sie zuletzt ganz verschwinden, sonst würde die Chemie ins Unendliche gehen; die Zerlegung der Stoffe gelingt deswegen auch desto leichter, je zusammengesetzter die Körper sind, wobei sich gewöhnlich die abtrennenden Theile selbst wiederum paarweise verbinden; die Zerlegung wird desto

schwieriger, je einfacher die Stoffe sind, oft fällt die weitere Trennung allen unsern gegenwärtigen Hülfsmitteln unmöglich.

a) Ein Gemisch aus Kupfervitriol und Wasser läßt sich durch bloßes Abdampfen trennen, man erhält dadurch Wasser und Kupfervitriol; schwerer ist es schon, diese beiden Stoffe weiter zu zerlegen, das Wasser in seine näheren Bestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, den Kupfervitriol in Schwefelsäure und Kupferoxyd; Sauerstoff und Wasserstoff enthalten im Wasser Wärme chemisch gebunden, die Schwefelsäure besteht aus Schwefel und Sauerstoff, das Kupferoxyd aus Kupfer und Sauerstoff, am schwersten gelingt es, die letzten Bestandtheile von einander zu trennen. Diese stufenweise engeren Verbindungen zeigt deutlicher folgende Zusammenstellung.

Kupfervitriol-Auflösung	Kupfervitriol	Kupferoxyd	Kupfer	Grundbestandtheile.
			Sauerstoff	
		Schwefelsäure	Schwefel	
			Sauerstoff	
	Wasser	Wasserstoffgas	Wasserstoff	
			Wärmestoff	
		Sauerstoffgas	Sauerstoff	
			Wärmestoff	

Auf ähnliche Art lassen sich alle zusammengesetzte Körper stufenweis in ihre Grundbestandtheile zerlegen; man nannte daher auch letztere ihre entferntern, erstere ihre nähern Bestandtheile. Die erste Zusammensetzung der einfachen Stoffe nannte man auch Zusammensetzungen der ersten Ordnung, wie die Metalloxyde und einfachern Säuren, die weitern Verbindungen dieser Stoffe zu Salzen dagegen Verbindungen der zweiten Ordnung; bei letztern ist die Verwandtschaft schon bedeutend schwächer.

Gesetze, nach welchen sich die Körper verbinden, Stöchiometrie.

§. 64. Es wurde schon §. 51. erwähnt, daß Körper, welche eine große Verwandtschaft zu einander besitzen, sich nur in bestimmten Verhältnissen mit einander verbinden; merkwürdig ist es, daß sich diese Verhältnisse durch bestimmte Zahlen ausdrücken lassen. Die Lehre von diesen Quantitätsverhältnissen wurde in neuern Zeiten Stöchiometrie, oder Meßkunst der chemischen Elemente genannt; die Verhältnißzahlen selbst nannte man auch stöchiometrische Zahlen, Mischungsgewichte, chemische Aequivalente, Atomengewichte: alle diese Benennungen bezeichnen dasselbe. Zwei der wichtigsten Gesetze dieser Lehre sind folgende:

1) Die einfachen Stoffe (Atome) verbinden sich nur in einfachen Verhältnissen von 1 zu 1, 2, 3, 5 und so fort und von 2 zu 3 oder in einem vielfachen dieser Zahlen mit einander. Die Ver-

hältnisse, nach welchen sich die Luftarten verbinden, geben für dieses Gesetz ein erläuterndes Beispiel:

verbinden sich		mit		und bilden
100 Vol. Thle	Sauerstoffgas	200	Wasserstoffgas	Wasser.
100 — —	Stickstoffgas	300	Wasserstoffgas	200 Ammoniumgas.
100 — —	Stickstoffgas	150	Sauerstoffgas	salpetrige Säure.
100 — —	Stickstoffgas	250	Sauerstoffgas	Salpetersäure.
100 — —	salzsaures Gas	100	Stickstoffgas	Salmiak.
100 — —	Ammoniumgas	100	kohlensaurem Gas,	ein festes Salz.

Auch feste Körper verbinden sich mit andern Stoffen in bestimmten Verhältnissen; das Blei verbindet sich so in 3 verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff, mit dem es 3 verschiedene Oxyde, ein gelbes, rothes und braunes bildet; die Quantitäten Sauerstoff, welche bei der nämlichen Quantität Metall in diesen 3 Oxyden enthalten sind, verhalten sich unter einander wie die Zahlen 2, 3 und 4; man sagt daher, es seien Verbindungen eines Antheils oder Atoms Blei mit 2, 3 und 4 Atomen Sauerstoff. — Salze mit Crystallisationswasser enthalten dieses gleichfalls immer in ganz bestimmten Verhältnissen.

2) Bei Zersetzungen zusammengesetzter Körper durch doppelte Wahlverwandtschaft sättigen sich immer die ausgeschiedenen Körper gegenseitig vollständig; ein Gesetz, welches mit dem vorerwähnten der bestimmten Verhältnisse in genauer Beziehung steht; man nannte dieses Gesetz deswegen auch das Gesetz der constanten Neutralität. Wird schwefelsaures Natrum durch Chlorcalcium zersetzt, so bilden sich schwefelsaurer Kalk (Gyps) und Chlornatrium (Kochsalz) beide in vollkommen neutralem Zustand *).

Zweiter Abschnitt.

Von den unwägbaren Stoffen oder Imponderabilien.

§. 65. Unter unwägbaren Stoffen verstehen wir diejenigen allgemeiner verbreiteten Stoffe, welche für sich selbst keinen wahrnehmbaren Raum einnehmen und wenigstens für unsere gegenwärtigen Wagen ohne Gewicht sind; es gehören dahin die Wärme, das Licht, die Elektricität und der Magnetismus. Sie sind höchst

---

*) Um die Gesetze, nach welchen die Körper zusammengesetzt sind, kurz auszudrücken, bedient man sich in neuern Zeiten auch kurzer Bezeichnungen (chemischer Formeln), wobei nach dem Vorgang von Berzelius gewöhnlich die lateinische Nomenclatur gebraucht wird; die einfachen Körper und Metalle werden blos durch die Anfangsbuchstaben bezeichnet; nur wo Verwechselungen entstehen könnten, werden bei den Metallen noch einige weitere Buchstaben beigefügt; C heißt so Carbon, Kohle; S Schwefel, Sulphur; Cu Kupfer, Cuprum; O Sauerstoff, Oxygenium. Werden diese Zeichen einfach ohne Zahlen gebraucht, so gelten sie blos für ein Atom; stehen Zahlen vor ihnen, so bezeichnen diese die Zahl der Atome, z. B. 2 O + Cu bezeichnet zwei Atome Sauerstoff mit einem Atom

ausdehnbar, verbreiten sich schnell meist nach geraden Richtungen strahlend, durchdringen viele feste Körper leicht, welche für sämmtliche wägbare Stoffe undurchdringlich sind, sie sind meist nur durch einzelne unserer Sinne unmittelbar zu bemerken, die Wärme durchs Gefühl, das Licht durchs Gesicht, der Magnetismus durch keinen, nur die Elektricität wirkt in einiger Stärke auf alle Sinne zugleich. — Wir bezeichnen die Ursache dieser Erscheinungen entweder mit diesen Namen selbst, oder setzen das Wort Stoff oder Flüssigkeit zu, ohne übrigens selbst bis jetzt diese Grundstoffe in ihrer reinen Form näher zu kennen (die darum zur Zeit noch als hypothetisch betrachtet werden müssen).

---

1. Vom Wärmestoff.

Begriffsbestimmung.

§. 66. Die Erscheinungen des Warm- und Kaltseins zu erklären, nehmen wir ein eigenthümliches Element an, das wir Wärmestoff (Caloricum) oder wärmeerzeugenden Stoff (Thermogenium) nennen. Giebt es einen besonderen Wärmestoff, so ist er eine feine, nur auf unser Gefühl wirkende, unsichtbare, ungewichtige elastische Flüssigkeit, die alle Körper mehr oder weniger leicht durchdringt, unter gewissen Verhältnissen strahlenförmig wie das Licht sich bewegt und zurückwerfen läßt, sich mit den Körpern in verschiedenen Verhältnissen mehr oder weniger eng verbindet, sie ausdehnt, oft tropfbar und elastisch-flüssig macht und selbst völlig zersetzt. Jede dieser Eigenschaften verdient hier eine nähere Betrachtung.

Verschiedenheit zwischen Wärme und Kälte.

§. 67. Hitze, Wärme und Kälte sind blos gradweise Verschiedenheiten, die oft selbst sehr relativ sind und nichts Bestimmtes bezeichnen; dasselbe Maaß fühlbarer Wärme (Temperatur) kann uns kalt oder warm erscheinen, je nachdem unser Gefühl zuvor an eine höhere oder tiefere Temperatur gewöhnt war.

Kupfer. Bei zusammengesetzten Körpern werden die Bezeichnungen abgekürzt. Man bezeichnet die Menge der Atome des Sauerstoffs dadurch, daß man so viel Punkte über den oxydirten verbrennlichen Körper setzt, als sich Atome Sauerstoff darin finden, zugleich setzt man die Ziffer, welche zur Angabe der Atomenzahl des verbrennlichen Körpers selbst dient, nicht links, sondern rechts, nach Art eines algebraischen Exponenten; ein Atom Kupfer mit einem Atom Sauerstoff wird so durch $\dot{Cu}$ bezeichnet; die Schwefelsäure, welche drei Atome Sauerstoff enthält, durch $\dddot{S}$; das schwefelsaure Kupferoxyd, welches zwei Atome Schwefelsäure mit einem Atom Kupferoxyd enthält, wovon Letzteres selbst wieder zwei Atome Sauerstoff gebunden enthält, durch $\ddot{Cu}\dddot{S}2$; enthält ein Körper mehrere Salze zugleich gebunden, so werden die Formeln für jedes einzelne Salz oder durch das Zeichen + verbunden. Auf diese Art läßt sich die Zusammensetzung der chemisch verbundenen Körper kurz durch Formeln ausdrücken. Siehe hierüber näher Berzelius über die Theorie der chemischen Proportionen mit Tabellen, übersetzt von Bloede. Dresden, 1820.

a) Im Sommer scheinen tiefe Keller für unser Gefühl kalt, im Winter warm, wenn sie auch dieselbe Temperatur besitzen; ebenso erscheint uns eine mitten im Winter nach langer Kälte eintretende gelinde Lufttemperatur oft lau und warm, welche uns mitten im Sommer als kalt erscheinen würde.

b) Wärmen wir die eine Hand, während wir die andere noch kalt lassen, so kann uns derselbe Körper, mit der warmen Hand berührt, kalt erscheinen, der uns, mit der kalten Hand berührt, warm erscheint. — Berühren wir selbst mit derselben Hand verschiedene kältere und wärmere Theile unseres Körpers, den Fuß, die Brust, so kommt uns die Hand am Fuß, wenn dieser kälter ist, warm, an der Brust dagegen, wenn diese wärmer ist, kalt vor.

Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

§. 68. Werden die Körper einer höhern Temperatur ausgesetzt, als sie gewöhnlich besitzen, so dehnen sie sich aus, wird diese dagegen erniedrigt, so ziehen sie sich in einen kleinern Raum zusammen. Dieses Gesetz hat nur wenige Ausnahmen, und diese treten gewöhnlich nur dann ein, wenn sich die Temperatur der Körper nahe hin dem Grade nähert, bei welchem sie in krystallinischen festen Zustand übergehen. Die Anordnung ihrer Theile zur krystallinischen Form scheint in diesem Fall wieder eine etwas größere Ausdehnung zu veranlassen. Die größte Dichtigkeit des Wassers findet nicht bei dem Gefrierpunkt selbst, sondern schon einige Grade über dem Gefrierpunkt, bei + 3,4° R. Statt.

a) Die Volumensverminderung, welche Thon durch Glühen erleidet, widerspricht diesem Gesetz nicht, es entweicht in diesem Fall beim Glühen desselben zugleich viel enger gebundenes Wasser, während er sich zugleich chemisch verändert.

Verschiedenheit der Körper in dieser Beziehung.

§. 69. Im Allgemeinen dehnen sich die festen Körper durch dieselbe Wärmemenge, welche man auf sie übergehen läßt, am wenigsten, die tropfbaren mehr und die elastisch-flüssigen am meisten aus, wahrscheinlich, weil die Körper in gleichem Verhältniß eine größere oder geringere Cohäsion besitzen. Bei sehr hohen Hitzgraden nimmt die Ausdehnung in ausgezeichnetem Grade zu. Die festen und tropfbar-flüssigen Körper dehnen sich nach keinem bestimmten Gesetz aus; die Ausdehnung der festen wird vorzüglich bei Annäherung zu ihrem Schmelzpunkt verhältnißmäßig größer, als bei geringern Temperaturgraden; dagegen dehnen sich die sämmtlichen Dämpfe und Luftarten nach Daltons und Gay-Lussacs Versuchen nach demselben Gesetz aus; sie vermehren alle ihr Volumen bei einer Temperaturerhöhung vom Eispunkt bis zum Siedepunkt des Wassers um 0,374 ihres Volumens, welches sie beim Gefrierpunkt des Wassers unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre besitzen; oder sie

dehnen sich für jeden Grad des Reaum. Thermometers um 0,00468 oder um $\frac{1}{213,2}$ ihres Volumens aus.

Die Verschiedenheit der Ausdehnung der am häufigsten in Anwendung kommenden Körper ergiebt sich näher aus folgender Zusammenstellung; wird die Größe des Körpers beim Eispunkt = 1000 gesetzt, so ist seine Größe beim Siedepunkt

bei Gasarten und Dämpfen	= 1,3744	dem Volumen nach.
— reinem Weingeist . .	= 1,1010	
— Wasser	= 1,0457	
— Quecksilber	= 1,0183	
Beim Quecksilber . . .	= 1,00600	der Länge nach.
— Zinn von Fallmuth .	= 1,00217	
— Silber, pariser Probe	= 1,00190	
— Kupfer	= 1,00171	
— Gold, pariser Probe unausgeglüht	= 1,00155	
— Eisen, weichem geschmiedetem	= 1,00122	
— Glasröhren ohne Blei	= 1,00087	
— Platina	= 1,00085	

Thermometer.

§. 70. Die Ausdehnung der Körper durch die Wärme giebt uns ein Mittel an die Hand, die Größe der Temperatur selbst näher zu messen, welches durch die Wärmemesser oder Thermometer geschieht. — Man unterscheidet 3 Arten derselben; die Messung sehr kleiner Temperaturunterschiede geschieht durch die Ausdehnung von Luftarten, durch Luftthermometer, die der mittleren Temperaturen durch tropfbare Flüssigkeiten, durch Quecksilber und Weingeistthermometer, die sehr hoher Hitzgrade durch Metallstangen und geglühte Thonwürfel, welche man auch ausschließend Pyrometer nannte.

Man bedient sich vorzüglich des Quecksilbers am häufigsten zur Bestimmung der mittleren Temperaturgrade, weil dieses flüssige Metall erst bei einer höhern Temperatur als alle andere Flüssigkeiten kocht und vom Eispunkt bis zum Siedepunkt eine sehr gleichförmige Ausdehnung hat, wodurch auch Quecksilberthermometer leichter unter sich übereinstimmend verfertigt werden können. Ein solches besteht aus einer gleichförmig weiten feinen Glasröhre, welche sich unten in eine Kugel mit Quecksilber endigt und oben geschlossen ist. Um seine beiden festen Punkte, den Eispunkt und Siedepunkt zu bestimmen, taucht man zuerst die Kugel und den Theil der Röhre, welcher Quecksilber enthält, in schmelzendes Eis, und bemerkt, auf welchem Punkte in der Röhre das Quecksilber stehen bleibt; alsdann bringt man es in destillirtes oder reines Regenwasser, welches in einem metallenen Gefäß zum Sieden gebracht wird oder in die Dämpfe des siedenden Wassers, und bemerkt, wie hoch das Quecksilber

steigt *). Hat man auf diese Art diese beiden festen Punkte erhalten, so theilt man den Zwischenraum in gleich große Theile, in 80 oder 100 Theile, wenn der Eispunkt mit 0 bezeichnet wird: man nennt diese Theile Grade; um auch noch unter dem Eispunkt Grade zu erhalten, setzt man die gleiche Eintheilung noch unter dem Eispunkt fort; die Grade unter 0 werden mit —, die über 0 mit + bezeichnet, den letztern wird zuweilen auch gar kein Zeichen vorgesetzt.

Verschiedene Eintheilung der Thermometer.

§. 71. Es sind vorzüglich 3 Eintheilungen der Thermometer im Gebrauch, nach deren Scalen die Grade häufig selbst in Schriften angegeben werden, welche für den Bürger und Landmann bestimmt sind, und die daher hier eine nähere Erwähnung verdienen.

In den meisten Gegenden Deutschlands, Italiens, Spaniens ist das 80theilige oder Reaumurische Thermometer in Gebrauch; der Eispunkt ist bei ihm mit 0, der Siedepunkt mit 80 bezeichnet, gewöhnlich wird diese Scale noch bis 32 Grade unter dem Eispunkt fortgesetzt; zur Messung größerer Kältegrade müssen jedoch Weingeistthermometer angewandt werden, indem das Quecksilber bei 32 Grad unter dem Eispunkt gefriert; wünscht man höhere Hitzgrade als $+80°$ zu messen, so läßt sich die Scale auch noch bis 200 und 300 Grade fortsetzen; Graden nach dieser Scale bezeichnet, wird gewöhnlich ein R zugesetzt.

In Frankreich ist in neuern Zeiten vorzüglich das zuerst von Celsius in Vorschlag gebrachte 100theilige Thermometer im Gebrauch; der Eispunkt ist bei demselben gleichfalls mit 0, der Siedepunkt mit 100 bezeichnet, übrigens ist die Art der Eintheilung wie bei dem Reaumurischen Thermometer; da 100 Grade dieses Thermometers = 80 Graden des Reaumurischen Thermometers sind, so entsprechen immer 4 Grade der letztern Scale 5 Graden der erstern, wodurch beide Ther-

---

*) Das Wasser siedet bei einem geringern Druck der Luft früher, als bei größerem; es ist daher bei Bestimmung des Siedepunkts zugleich nöthig, auf den Barometerstand Rücksicht zu nehmen; man wählt in Gegenden, wo das Barometer selten bis auf 28 pariser Zoll zu stehen kommt, wenn nicht diesen, doch wenigstens einen möglichst tiefen Stand, etwa 27 Zoll 6 Linien; zuweilen wird daher auf dem Thermometer selbst bemerkt, bei welchem Barometerstand sein Siedepunkt bestimmt wurde, wodurch es sich leicht auf einen andern Barometerstand reguliren läßt; weicht der Barometerstand nicht viel von 28 pariser Zoll ab, so entspricht eine Zunahme oder Abnahme der Barometerhöhe von 1 Zoll genau einem Grad der 100theiligen Scale bei der Temperatur des kochenden Wassers; das heißt, wenn die Barometerhöhe, statt auf 28 par. Zoll, auf 27 Zoll steht, so siedet das Wasser, statt bei 100, schon bei 99 Graden.

Neuere Untersuchungen zeigen, daß die Thermometer zuweilen nach längerer Zeit ihren Eispunkt und Siedepunkt etwas erhöhen, vorzüglich, wenn ihre festen Punkte bald nach Schließung des obern Endes der Röhre bestimmt werden, indem durch den Druck der Luft, auf die dünnen Wandungen der Glaskugel eines oben luftleeren geschlossenen Thermometers, diese wegen Elasticität des Glases etwas zusammengedrückt werden, wodurch sich das Quecksilber in der Röhre etwas erhöht; bei alten Thermometern hat man deswegen von Zeit zu Zeit nachzusehen, ob sich die fixen Punkte nicht verändert haben; übrigens betragen diese Veränderungen auf jeden Fall nur wenig.

mometer immer leicht auf einander reducirt werden können; man bezeichnet Grade nach dieser Scale mit C.

In England ist die Fahrenheitische Scale längst allgemein im Gebrauch, und in vielen aus dem Englischen übersetzten Schriften sind die Temperaturen nach dieser Scale angegeben. Es hat zu festen Punkten den Siedepunkt des Wassers und den Kältegrad, der durch eine Vermischung von Kochsalz und Schnee hervorgebracht wird, der letztere Punkt wird mit 0 bezeichnet und der Siedepunkt mit 212, der Zwischenraum dieser 2 Punkte ist in 212 gleich große Theile eingetheilt, + 32 dieser Scale entspricht genau dem Eispunkt; 180 Grade dieser Scale sind daher gerade = 80 R oder = 100 C; oder 1 Grad R ist so groß, als $1\frac{1}{4}$ Grad C und $2\frac{1}{4}$ F. Es ergiebt sich aus der Vergleichung dieser 3 Scalen, daß 4 Grade nach R immer gleich sind 5 Graden nach C und 9 Graden nach F, wodurch sich jede dieser Scalen auf die andere zurückführen läßt *).

Folgende 30 Grade dieser 3 Scalen sind sich genau entsprechend, wodurch man sich bei diesen häufig vorkommenden Reductionen immer leicht orientiren kann:

Thermometer nach			Thermometer nach		
R	C	F	R	C	F
+ 80	+ 100	+ 212	+ 20	+ 25	+ 77
+ 76	+ 95	+ 203	+ 16	+ 20	+ 68
+ 72	+ 90	+ 194	+ 12	+ 15	+ 59
+ 68	+ 85	+ 185	+ 8	+ 10	+ 50
+ 64	+ 80	+ 176	+ 4	+ 5	+ 41
+ 60	+ 75	+ 167	0	0	+ 32
+ 56	+ 70	+ 158	— 4	— 5	+ 23
+ 52	+ 65	+ 149	— 8	— 10	+ 14
+ 48	+ 60	+ 140	— 12	— 15	+ 5
+ 44	+ 55	+ 131	— 16	— 20	— 4
+ 40	+ 50	+ 122	— 20	— 25	— 13
+ 36	+ 45	+ 113	— 24	— 30	— 22
+ 32	+ 40	+ 104	— 28	— 35	— 31
+ 28	+ 35	+ 95	— 32	— 40	— 40
+ 24	+ 30	+ 86	— 36	— 45	— 49

Der Nullpunkt nach Fahrenheit = — $14\frac{2}{9}$ R.

Pyrometer, Feuermesser.

§. 72. Da sich hohe Hitzgrade unmittelbar durch Quecksilberthermometer nicht messen lassen, so gebraucht man hiezu die Pyro-

*) Wird die Zahl der Grade nach Reaumur mit R, die nach Celsius mit C, die nach Fahrenheit mit F bezeichnet, so lassen sich alle vorkommenden Fälle durch folgende Formen berechnen.

$R = \frac{4}{5} C$; $C = \frac{5}{4} R$; $F = \frac{9}{4} R + 32$ und $R = \frac{4}{9} (F - 32)$.

meter. — Steigt die Hitze, welche man messen will, nicht bis zum Schmelzen des Kupfers oder Eisens, so kann man sich hiezu dünner Metallstangen bedienen, die durch Hülfe eines Zeichens mit einer Gradeintheilung versehen sind, um ihre durch Wärme zunehmende Vergrößerung genau bemerken zu können, bei noch größern Hitzgraden kleiner Thonwürfel oder Thoncylinder, welche nach Wedgwoods Einrichtung einen Durchmesser von 5,6 par. Linien bei 6—7 Linien Länge besitzen; das Volumen derselben, welches sich vermindert, wenn sie einer größern Hitze ausgesetzt werden, wird zwischen 2 Linealen gemessen, welche einen spitzigen Winkel mit einander bilden und in 240 Grade eingetheilt sind; je kleiner die Thoncylinder durch die Hitze werden, desto tiefer lassen sie sich zwischen diese Lineale einschieben. Der Nullgrad dieser Scale entspricht 464,44 R = 580,55 C, und jeder Grad Wedgwood ist = 57,77 R = 72,22 C = 130 Grad F; 21° W, bei welchem Hitzgrad Messing schmilzt, entspricht daher 1677,6 R oder 3807° F.

Obgleich der Gang dieses Pyrometers dem der Wärme nicht völlig proportional ist, vorzüglich bei sehr hohen Hitzgraden, so bedient man sich dessen doch in Ermangelung eines genauern Maaßstabes für die höhern Hitzgrade.

Wärmeleitungsfähigkeit der Körper.

§. 73. Die Körper besitzen die Fähigkeit, die Wärme mehr oder weniger anzuziehen, zu leiten und selbst durch sich durchgehen zu lassen; nicht alle Körper zeigen diese Eigenschaft in gleichem Grade. Körper, welche diese Eigenschaft in hohem Grade besitzen, wie die Metalle, nennt man gute Wärmeleiter; andere, welche diese Eigenschaft in weit geringerem Grade besitzen, wie Holz, Kohle, nennt man schlechte Wärmeleiter; im Allgemeinen leiten die Körper die Wärme desto besser, je schwerer und dichter sie sind.

a) Eine stählerne 1 Zoll lange Nadel läßt sich schon an einer Lichtflamme so erhitzen, daß sie nicht mehr zwischen den Fingern zu halten ist, während sich eben so dünne feine Glasstäbchen in derselben Lichtflamme selbst bis zum Schmelzen erhitzen lassen, ohne daß sich die Wärme bis zu unsern Fingern fortpflanzt; ebenso läßt sich trockenes Holz und Kohle an dem einen Ende selbst entzünden, ohne daß das andere Ende nur warm wird.

Wärmeleitungsfähigkeit fester Körper.

§. 74. Unter den festen Körpern besitzen die Metalle die größte Wärmeleitungsfähigkeit; sie stehen nach den Versuchen von Ingenhouß in folgender Ordnung, wenn mit den bessern Wärmeleitern der Anfang gemacht wird: Silber, Gold, Kupfer, Zinn, Platin, Eisen, Stahl, Blei; weniger gute Leiter als irgend ein Metall sind das Glas, Porzellan, Steingut; noch schlechtere Leiter sind die Holzarten im trocknen Zustand und Kohlen; die schlechtesten Wärmeleiter bei gleichem Gewicht sind endlich die Substanzen, welche aus

sehr feinen Fäden, oder aus kleinen, sich an sehr wenig Punkten berührenden Stückchen zusammengesetzt sind, wie das Leder, die Wolle in Flocken, die Seide in Fäden, die Flaumfedern, die Kleie u. s. w.

a) Rumford stellte über die Wärmeleitung der zur Bekleidung angewandten Stoffe mehrere Versuche an, indem er Thermometerkugeln mit gleichen Quantitäten (15 Granen) folgender Stoffe umhüllte, und die Zeit beobachtete, welche verstrich, bis sich die Thermometer von 70° R bis 10° R abgekühlt hatten; es waren hiezu nöthig bei einer Umhüllung

von Hasenpelz	1315 Sec.		von thierischer Wolle	1118 Sec.
— Eiderdunen	1305 —		— Baumwollenzeug	1046 —
— Biberhaaren	1296 —		— feiner Leinwand	1032 —
— roher Seide	1284 —			

In Pelzwerk mit einwärts gekehrten Haaren erkalten Thermometer noch einmal so langsam, als wenn die Haare nach auswärts gekehrt sind; in feuchter Leinwand erniedrigen sich Thermometer selbst unter die Temperatur der umgebenden Luft; daher der Schaden nasser feuchter Leinwand für die Gesundheit. — An sich selbst sind diese Stoffe nie warm machend, sondern sie halten nur die animalische Wärme, welche in uns durch den Lebensproceß erzeugt wird, länger zurück.

Wärmeleitungsfähigkeit flüssiger Körper.

§. 75. Die tropfbaren Flüssigkeiten leiten die Wärme sehr schlecht, selbst schlechter als die Kohle. Füllt man ein Glas halb mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur und gießt auf dieses erwärmtes Oel, so theilt sich die Temperatur des Oels nur sehr langsam dem Wasser mit. Bringt man dagegen ein Glas kaltes Wasser über einer Lichtflamme zum Sieden, so erwärmt sich das Wasser in kurzem gleichförmig, weil in diesem Fall die untern erwärmten Schichten leichter werden, schnell in die Höhe steigen, wodurch das Ganze bald in Bewegung kommt und eine gleichförmige Vertheilung der Wärme erfolgen kann.

a) Aus der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten erklärt es sich, warum in Seen und Meeren die Oberfläche des Wassers im Sommer oft 16 bis 18° R. betragen kann, während sich in der Tiefe fast das ganze Jahr eine weit geringere Temperatur erhält, die sich mehr der Temperatur nähert, bei welcher das Wasser seine größte Dichtigkeit hat; es erklärt sich aber auch zum Theil aus dieser geringern Leitungsfähigkeit, warum große Wasserflächen im Winter weit langsamer erkalten, als das feste Land, sich im Sommer aber auch weit weniger erhitzen; ein Verhältniß, welches auf das Klima ganzer Länder von bedeutendem Einfluß ist.

Wärmeleitungsfähigkeit der Luftarten.

§. 76. Die geringste Leitungsfähigkeit für Wärme besitzen Luftarten, wenn sie in geschlossenen Behältnissen zusammengehalten wer-

den; feuchte Luft besitzt eine größere, trockene Luft eine geringere Leitungsfähigkeit; Kohlen, Stroh, Federn und Pelzwerke scheinen vorzüglich durch die in ihren Zwischenräumen enthaltene Luft zu schlechten Wärmeleitern zu werden. Der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit der Luftarten ungeachtet erhitzen sie sich schnell wegen der Beweglichkeit ihrer Theile und der geringen Menge von Wärme, welche sie in demselben Volumen in Vergleichung mit festen Körpern in sich aufzunehmen im Stande sind, wie sich unten bei der Wärmecapacität näher ergeben wird.

a) Auf der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Körper für die Wärme beruhen viele wichtige Erscheinungen, die sich größtentheils hieraus erklären. Eiserne Oefen erhitzen sich bei gleicher Feuerung viel eher, als thönerne, verbreiten die Wärme schneller, erkalten aber auch wieder früher; Zimmer, welche im Innern mit Holz oder Tapeten ausgekleidet sind, halten bei übrigens gleich dicken Wandungen die Wärme besser zusammen, als bloße steinerne Wände; Wasser bleibt in hölzernen Gefäßen länger warm, als in metallenen; ein hölzerner Löffel erhitzt sich nicht so schnell, als ein metallener, die Kälte ist bei trockener Luft nicht so empfindlich, als bei feuchter; Pelzwerk und schafwollene Kleider halten die Wärme besser zurück als baumwollene und leinene; Strohdächer sind im Sommer kühler, im Winter wärmer als Schiefer- und Ziegeldächer; Bäume mit Stroh umwunden sind vor dem Winterfrost besser geschützt, als ohne diese Bekleidung; unter einer Schneedecke leiden die Wintersaaten durch Frost weniger leicht, als bei entblößtem Erdreich.

Von dem strahlenden Wärmestoff.

Begriffsbestimmung.

§. 77. Wenn die Wärme von einem erhitzten Körper in die Luft übergeht, so verbreitet sie sich strahlenförmig in die Umgebungen, wovon man sich näher durch folgenden Versuch überzeugen kann. Wenn man einen erhitzten Körper (er mag fest oder flüssig sein) in den Brennpunkt eines parabolisch gekrümmten Spiegels bringt, welchem man einen andern auf dieselbe Art gekrümmten Spiegel, in dessen Brennpunkt ein empfindliches Thermometer ist, gegenüber gestellt hat, so erhöht sich das Thermometer in diesem zweiten Brennpunkt sogleich, wenn auch andere Thermometer, welche gleichweit von dem erhitzten Körper außerhalb dieses Brennpunkts aufgestellt werden, keine Temperaturerhöhung zeigen. Es läßt sich diese Erscheinung nur durch die Wärme erklären, welche sich von dem erwärmten Körper strahlenförmig verbreitet und hier von dem einen Spiegel zum andern zurückgeworfen wird. Die Ausstrahlung erwärmter Körper ist daher desto stärker oder sie erkalten desto schneller, je weniger andere Gegenstände die von ihnen ausstrahlende Wärme wiederum auf sie selbst zurückwerfen. — Was bei höhern Temperaturen Statt findet, muß sich auch bei geringern ereignen; wir sind

dadurch berechtigt anzunehmen, daß die Körper immer Wärme ausstrahlen, sobald sie in Umgebungen versetzt werden, welche eine geringere Temperatur besitzen, in die ihre Wärme übergehen kann; man nannte diese Erscheinung Wärmestrahlung, eine Lehre, welche zuerst von Prevost aufgestellt wurde.

Einfluß der Oberfläche auf die Wärmestrahlung.

§. 78. Die verschiedene Beschaffenheit der Oberfläche äußert einen merkwürdigen Einfluß auf die Wärmestrahlung. Läßt man von einem erhitzten Körper viel strahlende Wärme auf einen gut polirten Metallspiegel, so erwärmt sich der Spiegel selbst nur wenig, wirft dagegen viele Wärmestrahlen zurück; wird aber die Glätte und Politur desselben Spiegels durch bloßes Abtreiben mit Sand oder Belegen mit Ruß aufgehoben, so erwärmt sich der Spiegel bedeutend, wirft aber weit weniger strahlende Wärme zurück. — Werden gleich große Gefäße mit warmem Wasser gefüllt, wovon das eine eine glatte polirte Oberfläche, das andere aber eine matte Oberfläche hat, so erkaltet das Gefäß mit glatter Oberfläche weit langsamer, als das mit matter trüber Oberfläche. Eine nicht polirte Oberfläche besitzt auf derselben Fläche weit mehr kleine Erhabenheiten und Spitzen, wodurch das Ausstrahlen und Verschlucken der Wärme begünstigt wird, welches bei einer völlig glatten Fläche weit weniger der Fall ist; diese besitzt zwar ein größeres Rückstrahlungsvermögen, dagegen aber ein geringeres Ausstrahlungsvermögen, beide Eigenschaften stehen daher oft mit einander in indirectem Verhältniß.

Nach den Versuchen von Leslie zeigen die Körper in Beziehung auf dieses Verhältniß folgende Verschiedenheiten:

Zurückstrahlungsvermögen.		Ausstrahlung, Erwärmungs- oder Verschluckungsvermögen.	
Messing und Bronce	100	Gold, Silber, Kupfer, Zinn	12
Silber	90	Polirtes Eisen	15
Staniol	80	Glänzendes Blei	19
Stahl	70	Quecksilber	20
Blei	60	Angelaufenes Blei	45
Zinnamalgam	10	Eis	85
Glas	10	Chinesische Tusche	88
Geöltes Papier	5	Glas	90
Weels fand das Strahlungsvermögen der Schwan-Flaumenfedern und des Schnees sehr groß.		Schreibpapier	98
		Wasser	100
		Lampenruß	100

Erscheinungen, welche sich aus der Wärmestrahlung erklären.

§. 79. Durch diese erst in neuern Zeiten aufgestellte Lehre lassen sich viele Erscheinungen in der freien Natur genügend erklären, welche ohne dieses räthselhaft bleiben, und die daher hier eine nähere Erwähnung verdienen; es gehören dahin folgende:

1) Es ist eine bekannte Erscheinung, daß sich die Temperatur zu allen Jahreszeiten, vorzüglich dann die Nacht hindurch bedeutend erniedrigt, wenn der Himmel völlig heiter ist, während dieses weit weniger geschieht, sobald sich der Himmel mit Wolken bedeckt; bei heiterem Himmel geht der strahlende Wärmestoff der sich in der Nacht abkühlenden Erdfläche völlig verloren, er strömt ins Unbegrenzte in die Höhe; sobald sich aber der Himmel mit Wolken bedeckt, so wirken diese zurückstrahlend wie ein Spiegel gegen die Erde, die Wärme wird von der Wolkendecke zum Theil wieder auf die Erdfläche zurückgeworfen, und sie verliert dadurch weniger durch Ausstrahlung.

2) Thau und Reife bilden sich fast immer nur bei heiterem Himmel, sie entstehen vorzüglich dann, wenn sich die Temperatur Nachts und in der Frühe bedeutend in Vergleichung mit der Temperatur am Tage erniedrigt, welches daher vorzüglich bei heiterem Himmel durch den in größerer Menge ausstrahlenden Wärmestoff geschehen kann.

3) Es ereignet sich häufig, daß sich in der Tiefe der Thäler und am Abhang der Berge Nachts und in der Frühe die Temperatur schneller erniedrigt und dadurch die Vegetation in tiefern Lagen im Frühling häufiger durch Reife leidet, als in etwas höhern trockener liegenden Gegenden*), obgleich sich sonst tiefere Gegenden den Tag über durch das Sonnenlicht stärker erwärmen, als höhere. Die tiefern Luftschichten der Thäler sind durch ihre größere Feuchtigkeit bessere Wärmeleiter, die Erdfläche kann daher durch Ausstrahlung in derselben Zeit mehr Wärme verlieren, als in trockenen Umgebungen, während zugleich in feuchten Thälern durch die Verdünstung eine größere Menge Wärme chemisch gebunden wird.

4) Es geschieht nicht selten, daß in Städten und engen Thälern zwischen Felsen und an Bergabhängen die Temperatur auch im Schatten um mehrere Grade höher steigt, als es im Schatten in völlig freien ebenen Gegenden der Fall ist; wird Mittags in einer etwas engen Straße auf der Nordseite eines Hauses, welchem andere von der Sonne beschienene Gebäude gegenüber stehen, ein Thermometer beobachtet, so steigt es häufig um einige Grade höher, als ein völlig im Freien im Schatten hängendes, wenn es auch gleich gegen unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen vollkommen geschützt ist; das Sonnenlicht erweckt in diesem Fall an den gegenüberstehenden Wohnungen vielen strahlenden Wärmestoff, der die Temperatur auch auf der Schattenseite der Wohnungen mehr als gewöhnlich erhöht, während er bei ebener freier Lage von der Erde ohne Widerstand blos in die Luft zurückgeworfen wird. Was zwischen Wohnungen und Mauern der Fall ist, geschieht auch häufig

*) Vergleichende Beobachtungen im Neckarthal und den benachbarten mit Weinreben angepflanzten Bergen zeigten mir, daß bei heiterem Himmel das ganze Jahr hindurch in der Tiefe die Temperatur in der Frühe 2—3 Grade R tiefer sinkt, als am Abhang der Berge 100—200 Schuhe über der Fläche des Thals; im Frühling und Herbst wird daher diese Temperaturerniedrigung leicht schädlich.

zwischen Felsen und Bergen *). In Gegenden, welche Weinbau besitzen, ist es bekannt, wie sehr oft die mehr oder weniger geneigte, geschlossene, oft kesselartige Bildung eines Thals oder Bergabhangs zur Güte des Weins beiträgt; die Menge des strahlenden Wärmestoffs, welcher, durch das Sonnenlicht erweckt, auf die verschiedenen Seiten des Thals selbst wieder mehr oder weniger zurückgeworfen wird, muß nothwendig je nach verschiedenen localen Krümmungen der Bergabhänge sehr verschieden sein.

5) Werden durch Glasfenster geschlossene Zimmer, Gewächshäuser oder ähnliche Behältnisse der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt, so wird in ihnen durch das einfallende Licht viel strahlende Wärme erweckt, welche durch das Glas als einen schlechten Wärmeleiter zurückgehalten wird; solche geschlossene, dem Lichte ausgesetzte Behältnisse erwärmen sich daher durch die Sonne den Tag über bedeutend mehr, als die freie atmosphärische Luft, indem im Freien von der strahlenden Wärme wieder mehr Wärme durch die Luft verloren geht.

6) Werden Zimmer durch gewöhnliche Oefen geheizt, so erhalten sie vielen strahlenden Wärmestoff, der sich von der Peripherie des Ofens nach allen Richtungen hin ausbreitet; geschieht dagegen die Heizung durch erwärmte Luft, welche aus einem benachbarten Zimmer oder erhitzten Behältniß in das Zimmer geleitet wird, so fehlt dieser Heizung die strahlende Wärme. Die Verschiedenheit beider Heizungsarten gibt sich oft schon fürs Gefühl deutlich zu erkennen; die Heizung durch Wärmeausstrahlung wirkt durchdringender und vorzüglich auf unser Gefühl stärker, aber weniger gleichförmig, als die durch erwärmte Luft.

Vertheilung der Wärme zwischen gleichartigen Körpern.

§. 80. Werden gleichartige Körper, welche eine verschiedene Temperatur besitzen, zusammengemengt, so setzt sich die Wärme zwischen ihren einzelnen Theilen ins Gleichgewicht, der wärmere Körper giebt an den kältern so lange von seiner überschüssigen Wärme ab, bis dieser mit ihm dieselbe Temperatur hat, wobei sich die Wärme zwischen beiden gleichförmig vertheilt; die Temperatur des Gemengs entspricht dem arithmetischen Mittel von beiden. Gießt man ein Maaß Wasser von 10° R mit einem Maaß warmem Wasser von 40° R zusammen, so erhält man zwei Maaß Wasser von 25° R.

Sind die gleichartigen Körper, welche zusammengemengt werden, in Quantitäten und Temperaturen zugleich verschieden, so erhält man die Temperatur des Gemengs, wenn man die Summe der Massen in die Summe der Produkte der Massen mit den Temperaturen dividirt.

---

*) Bei Temperaturbeobachtungen in Städten, ebenso bei Thermometerbeobachtungen zum Zweck der Berechnungen barometrischer Höhenbestimmungen, können durch diese strahlende Wärme leicht bedeutende Irrthümer entstehen, wenn nicht auf diese Verhältnisse gehörig Rücksicht genommen wird.

a) Wird mit M die Menge des wärmern, mit m die des kältern, mit T die höhere, mit t die geringere Temperatur bezeichnet, so erhält man die Temperatur des Gemengs x durch folgende Formel: $x = \frac{MT + mt}{M + m}$. Durch Umkehrung dieser Formel lassen sich alle hierher gehörige Aufgaben leicht auflösen.

b) Werden zwei Maaß Brunnenwasser von sechs Grad R mit einem Maaß Wasser von 75 zusammengegossen, so wird man drei Maaß Wasser von 29° R erhalten ($x = \frac{1.75 + 2.6}{1 + 2} = \frac{75 + 12}{3} = 29$).

c) Man wünscht zu wissen, wie viel siedend heißes Wasser zu einem Eimer Wasser von 8° R zugegossen werden muß, um Wasser von der zu warmen Bädern oft nöthigen Temperatur von 26° R zu erhalten; die Größe, welche hier gesucht werden soll, ist M; setzen wir in obige Formel die entsprechenden Zahlen ein, so erhalten wir $26 = \frac{M.80 + 8.1}{1 + M}$ und $M = \frac{18}{54} = \frac{1}{3}$ Eimer.

Von der Capacität der Körper für die Wärme oder specifischen Wärme.

§. 81. Werden auf dieselbe Art verschiedenartige Körper, Oel und Wasser, Wasser und Quecksilber auf verschiedene Temperaturen erwärmt, und zusammengebracht, so zeigt sich, daß im Allgemeinen jeder eine verschiedene Wärmemenge bedarf, um von einer Temperatur zu einer andern überzugehen, und daß sie bei diesem Uebergange von einer Temperatur in eine andere, immer eine verschiedene Wärmemenge binden; man sagt daher: sie besitzen eine verschiedene specifische Wärme oder eine verschiedene Wärmecapacität.

a) Setzt man gleiche Quantitäten Wasser, Baumöl und Leinöl in gleichen Gefäßen derselben höhern Temperatur aus, so zeigt das Wasser eine Temperatur von + 14° R, während sich das Baumöl schon bis + 20° R und das Leinöl bis + 28° R erwärmt hat; erst wenn man diese drei Flüssigkeiten längere Zeit derselben Wärme ausgesetzt läßt, so erhalten sie nach und nach alle dieselbe Temperatur.

b) Hat man diese drei Flüssigkeiten bis auf denselben Temperaturgrad erwärmt, und bringt jede derselben in einen sogenannten Eisapparat oder Calorimeter (in einen Behälter, der mit Eis umgeben ist, dessen durch den wärmern Körper geschmolzenes Eis genau gemessen werden kann, und der Menge der entweichenden Wärme entspricht), so ist das Wasser unter diesen drei Körpern die größte, das Leinöl die geringste Menge Eis zu schmelzen im Stande.

c). Wird ein Pfund Leinöl von 10° R mit einem Pfund Wasser von 40° R gemengt, so zeigt das Gemeng von beiden nicht die arithmetische Mitteltemperatur, welche 25° R sein würde, sondern die Temperatur des Gemengs ist 30° R; das Wasser giebt daher in diesem Fall 10 Grade seiner Wärme ab, und ist dadurch im Stande, die Temperatur des Oels um 20 Grade zu erhöhen. — Die Capacität des Wassers für die Wärme verhält sich daher zur Capacität des Oels wie 20 : 10 = 2 : 1.

Verschiedene Größe der specifischen Wärme.

§. 82. Man stellte viele Versuche an, um die verschiedene specifische Wärme der Körper messend zu vergleichen, wovon wir hier die wichtigern Resultate aufführen:

Nach den Versuchen von Lavoisier und Laplace, welche sie mit dem Eisapparat anstellten, ist die specifische Wärme verschiedener Körper in gleichen Quantitäten dem Gewicht nach folgende, wenn die des Wassers = 1,0000 gesetzt wird.

Salpetersäure von 1,2989 specifischem Gewicht	= 0,6614
Schwefelsäure von 1,8706 specifischem Gewicht	= 0,3346
Gemeng von 4 Theilen Schwefelsäure mit 5 Theilen Wasser	= 0,6031
Gemeng von 9 Theilen Wasser mit 10 Theilen lebendem Kalk	= 0,4391
Olivenöl	= 0,3096
Lebendiger Kalk	= 0,2169
Schwefel	= 0,2085
Glas ohne Blei	= 0,1929
Gehämmertes Eisen	= 0,1105
Rothes Bleioxyd, Mennig	= 0,0622
Rothes Quecksilberoxyd	= 0,0501
Zinn	= 0,0475
Quecksilber	= 0,0290
Blei	= 0,0282

Die Luftarten und Dämpfe besitzen nach den Versuchen von de Laroche und Berard folgende verschiedene specifische Wärme, wenn die spec. Wärme der atmosphärischen Luft selbst = 1,0000 gesetzt wird.

Luftarten und Dämpfe.	Bei gleichem Volumen.	Bei gleichem Gewicht
Atmosphärische Luft	1,0000	1,0000
Wasserstoffgas	0,9033	12,3401
Kohlensaures Gas	1,2583	0,8280
Sauerstoffgas	0,9765	0,8848
Stickstoffgas	1,0000	1,0318
Oxydirtes Stickgas	1,3503	0,8878
Oel erzeugendes Gas	1,5530	1,5763
Kohlenstoffoxyd	1,0340	1,0805
Wasserdampf	1,9600	3,1360

Setzt man die specifische Wärme des Wassers = 1,0000, so ist die der atmospärischen Luft in gleichen Quantitäten dem Gewicht

nach = 0,2669; die des Wasserstoffgases = 3,2936; die des Wasserdampfs = 0,8470.

Wärmehaltende Kraft der Körper.

§. 83. Die wärmehaltende Kraft der Körper ist die Fähigkeit, die ihnen mitgetheilte Wärme mehr oder weniger lange in sich zu behalten und in kältern Umgebungen mehr oder weniger langsam zu erkalten. Es könnte scheinen, daß dieses Verhältniß mit der specifischen Wärme der Körper gleichbedeutend sei, was jedoch nicht der Fall ist, vielmehr hat die verschiedene Leitungsfähigkeit der Körper für die Wärme auf dieses Verhältniß zugleich bedeutenden Einfluß. Die wärmehaltende Kraft eines Körpers ist im Allgemeinen desto größer, je größer seine specifische Wärme und je geringer seine Leitungsfähigkeit für Wärme ist; sie ist als ein Product dieser beiden Momente anzusehen. Es erklärt sich hieraus, warum manche Körper, wie Holz, Kohle, welche als schlechte Wärmeleiter bekannt sind und insofern langsamer erkalten sollten, demungeachtet schneller erkalten, als andere bessere Wärmeleiter; sie enthalten in demselben Volumen weniger wirklichen Wärmestoff an ihre Masse gebunden, oder in gleichen Gewichten geringere specifische Wärme. Nach den Versuchen von Böckmann *) erkalteten so Kugeln von einem Zoll Durchmesser, in deren Centrum kleine Thermometer von drei Linien Durchmesser waren, in folgender Ordnung, wenn wir mit den Körpern anfangen, bei welchen das Erkalten am langsamsten erfolgte, welche also die größte wärmehaltende Kraft haben. Eisen, Wasserblei, Wismuth, Nickel, Quecksilber, Wasser, Kalkstein, Sandstein, Thon, Glas, Elfenbein, Kohle, Bimsstein, Mahagonyholz, Tannenholz, Korkrinde, Luft. Die eiserne Kugel hatte zum Erkalten 1533″ Zeit nöthig, gleich große Kugeln von Wasser hatten hiezu 1169″, von Kalkstein 788″, von Sandstein 679″, von Buchenholz 414″, von Kohle 357″ Zeit nöthig.

Läßt man erwärmte Körper in verschiedenen Umgebungen erkalten, so erfolgt dieses desto schneller, je dichter die Medien sind; unter Quecksilber erfolgt das Erkalten sehr schnell, unter Wasser langsamer, am langsamsten in der Luft.

Das Verhältniß der wärmehaltenden Kraft läßt sich daher auf keinen einfachen Ausdruck zurückführen, es beruht vielmehr auf der gemeinschaftlichen Wirkung verschiedener bisher erwähnten Eigenschaften der Wärme; es verdient aber um so mehr in landwirthschaftlicher Beziehung eine nähere Berücksichtigung, indem die verschiedenen Erd- und Bodenarten in dieser Beziehung viele für die Vegetation wichtige Verschiedenheiten zeigen, die sich einzeln weder durch die Wärmecapacität noch wärmeleitende Kraft hinreichend erklären lassen **).

---

*) Siehe dessen Versuche über Wärmeleitung verschiedener Körper, eine gekrönte Preisschrift, 1812. S. 283 u. f.

**) Einzelne der hier aufgeführten Erfahrungen könnten den oben §. 76. Seite 38 bei der wärmeleitenden Kraft der Körper angeführten Erscheinungen

Chemische Erscheinungen der Wärme bei Formveränderungen der Körper.

§. 84. Verändern die Körper ihre Form, gehen sie aus dem festen Zustand in flüssigen, oder in Dampfform über, so verändert sich zugleich immer ihre specifische Wärme; vergleicht man die Körper in gleichen Quantitäten dem Gewicht nach, so haben Körper derselben Art in fester Form am wenigsten, in flüssiger Form mehr, in Dampfform am meisten Wärme gebunden; bei jeder Formveränderung der Körper wird daher bald Wärme gebunden, bald ausgeschieden.

Verhältnisse der Wärme beim Schmelzen der Körper.

§. 85. Viele feste Körper haben die Eigenschaft, in flüssigen Zustand überzugehen, wenn sie bis auf einen gewissen Grad erwärmt werden. Bei höhern Temperaturgraden nennt man diesen Uebergang in flüssigen Zustand gewöhnlich ausschließend das Schmelzen, bei geringern Temperaturgraden das Aufthauen; das Zurückkehren in den festen Zustand nennt man auch das Gestehen, das Gefrieren.

Die Temperatur, bei welcher dieses erfolgt, ist sehr verschieden; bei den meisten Metallen werden hiezu sehr große Hitzgrade erfordert, bei vielen Stoffen des Pflanzen- und Thierreichs sind schon mäßige Temperaturerhöhungen hinreichend; der Gefrierpunkt mehrerer fetten Oele nähert sich dem des Wassers, erst bei sehr hohen Kältegraden gefrieren manche ätherische Oele, Quecksilber, Weingeist; von verschiedenen Stoffen sind bis jetzt die Gefrierpunkte in ihrem reinen Zustande noch nicht näher bestimmt; folgende Zusammenstellung giebt eine nähere Uebersicht verschiedener Schmelz- und Gefrierpunkte nach dem Reaumurischen Thermometer.

Schmelzpunkte.

Feines Gold schmilzt bei	+ 2313 R.
Feines Silber	2082
Schwedisches Kupfer	2024
Messing	1678
Zink	288
Blei	208
Wißmuth	197
Zinn	168
Schwefel	88
Natronmetall oder Natrium	72

zu widersprechen scheinen, was jedoch nicht der Fall ist, wenn zugleich Volumen und Masse gehörig berücksichtigt werden; vielmehr erklären sich erst manche jener Erscheinungen vollständiger, wenn zugleich auf dieses Verhältniß Rücksicht genommen wird. Eine eiserne Kugel erkaltet langsamer, als eine gleichgroße thönerne, demungeachtet erkalten eiserne Oefen schneller, als thönerne; thönerne Oefen haben weit dickere Wandungen, als eiserne; würde beiden ein gleiches Volumen bei gleich dicken Wandungen gegeben, so wäre die Wirkung die entgegengesetzte.

Schwarzes Pech schmilzt bei	+ 61,4 R.
Gebleichtes Wachs schmilzt	54
Myrtenharz schmilzt	48
Kalimetall oder Kalium	46,4
Cacaobutter schmilzt	40
Wallrath	36
Phosphor	35
Gallenharz und Hammeltalg schmelzen	32
Ochsentalg schmilzt	31
Pflanzentalg der Vateria indica	29
Butter	24
Fettwachs aus Muskeln bereitet	22
Schweineschmalz	21
Entenschmalz	20

Gefrierpunkte *).

Anisöl gesteht crystallinisch bei	+	8,0	R.
Olivenöl		1,8	—
Wasser gefriert		0	—
Milch	—	0,9	—
Gewöhnlicher Weinessig	—	1,8	—
Menschliches Blut	—	3,1	—
Rübsenöl von Brassica Napus	—	3,0*	—
Kohlrepsöl von Brassica campestris	—	4,5*	—
Holzessig von 1,024 spec. Gewicht	—	5,0*	—
Maderawein und starke Weine überhaupt	—	5,3	—
Zwetschenkörneröl von Prunus domestica	—	7,0*	—
Sommerrepsöl von Brassica praecox Dec.	—	8,0*	—
Kürbskörneröl von Cucurbita Pepo	—	11,0*	—
Starker Holzessig von 1,079 spec. Gewicht	—	11,5*	—
Bucheckernöl von Fagus sylvatica	—	12,0*	—
Weintraubenkörneröl von Vitis vinifera	—	12,5*	—
Leindotteröl von Myagrum sativum wird dickflüssig	—	13,0*	—
Senföl von Sinapis alba gesteht	—	13,0*	—
Senföl von Sinapis nigra	—	13,5*	—
Mohnöl von Papaver somniferum gesteht	—	15,0	—
Quecksilber gefriert	—	32,0	—
Schwefeläther	—	35,0	—
Ammonium	—	40,0	—
Alkohol oder reiner Weingeist	—	63,2	—

Manche Körper werden weich, ehe sie schmelzen, wie Oele, Butter, Wachs, Schwefel, Harze, welches vorzüglich bei schlechten Wärmeleitern der Fall zu sein scheint; andere gehen dagegen vom

*) Die mit * bezeichneten Bestimmungen beruhen auf neuern Untersuchungen, welche ich über diese Verhältnisse im Verlauf der letzten Jahre selbst erst anstellte; mehrere der letztern waren früher noch nicht bestimmt.

festen Zustand auf einmal in flüssige Form über, wie dieses bei Eis und vielen Metallen der Fall ist.

Die meisten Körper vergrößern beim Schmelzen ihr Volumen, nur einige, welche beim Festwerden mehr eine crystallinische Bildung annehmen, wie das gefrierende Wasser, dehnen sich aus.

Wärmebindung beim Schmelzen der Körper.

§. 86. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen beim Schmelzen der Körper ist das Binden oder Verschlucken der Wärme, welches dabei Statt hat. Wird ein fester schmelzbarer Körper (Eis, Blei) erwärmt, so steigt die Temperatur des Körpers anhaltend, bis er seinen Schmelzpunct erreicht hat; sobald er aber diesen erreicht hat, so erwärmt er sich nicht weiter, sondern alle ihm weiter zugeführte Wärme wird vielmehr chemisch gebunden, wird latent und zu dem Schmelzen des Körpers verwandt; erst, wenn der Körper völlig geschmolzen ist und ihm noch weitere Wärme zugeführt wird, erhöht er sich über seinen Schmelzpunkt.

a) Eis, welches eine Temperatur von — 10° R besitzt, erhöht seine Temperatur in einem geheizten Zimmer schnell bis zum Eispunkt, bleibt nun aber auf diesem Punkt stehen, bis es völlig geschmolzen ist.

b) Bringt man 1 Pfund Schnee von 0 Grad Temperatur mit 1 Pfund Wasser von 60° R zusammen, so schmilzt der Schnee, und man erhält 2 Pfund Wasser von 0 oder kaum etwas über 0 temperirtem Wasser; es werden daher in diesem Fall 60 Grade Wärme latent oder chemisch gebunden.

c) Eis und Schnee schmelzen aus diesem Grund über dem Feuer, ohne sich in der Temperatur zu erhöhen; eben darauf beruht es, warum Eis bei eintretendem Thauwetter so lange bedarf, um völlig zu schmelzen.

Wärmeentbindung oder Ausscheidung von Wärme beim Uebergang der flüssigen Körper in feste.

§. 87. Gehen flüssige Körper in festen Zustand über, so zeigt sich eine der Wärmebindung beim Schmelzen entgegengesetzte Erscheinung, es wird in diesem Fall ein Theil der gebundenen Wärme des flüssigen Körpers wiederum ausgeschieden und die Temperatur erhöht sich; folgende Erscheinungen erweisen dieses näher:

a) Wird Repsöl, welches erst einige Grade unter dem Eispunkt gefriert, über Wasser stehend einer strengen Kälte ausgesetzt, so bleibt es länger flüssig, als wenn es ohne Wasser derselben Kälte ausgesetzt wird, indem sich aus dem gefrierenden Wasser Wärme an das Oel absetzt.

b) Gefriert Wasser in größern Quantitäten, so erniedrigt sich die Temperatur des sich bildenden Eises so lange nur wenig unter den Eispunkt, als im Grunde des Wassers noch wirklich flüssiges Wasser vorhanden ist, indem sich im Moment des Uebergangs des Wassers in Eis immer etwas Wärme abschei-

bei; erst, wenn alles Wasser in Eis verwandelt ist, erniedrigt sich seine Temperatur mit zunehmender Kälte gleichförmiger, wie die eines andern festen Körpers. Es erklärt sich hieraus, warum die Eisschichten auch in ruhigem Wasser langsamer an Dicke zunehmen und die Kälte weit weniger schnell durch sie in die Tiefe dringt, als in mehr trockenem Erdreich; es erklärt sich auch hieraus zum Theil, warum Gegenden an Meeren und großen Seen gelindere Winter besitzen, als Gegenden, welche von großen Wasserflächen entfernter liegen.

c) Wird $1\frac{1}{2}$ Loth Glaubersalz in 4 Loth kochendem Wasser aufgelöst und die noch heiße Auflösung in eine Glasflasche gebracht, in welcher ein kleines Thermometer befestigt ist, die Flasche gut verschlossen und bis zum völligen Erkalten in Ruhe gestellt, so erhöht sich die Temperatur, sobald die Flüssigkeit crystallisirt, welches schnell geschieht, sobald man die Flasche öffnet.

Chemische Verhältnisse der Wärme bei Bildung der Dämpfe.

§. 88. Alle tropfbare Flüssigkeiten haben die Eigenschaft in höhern Hitzgraden zu sieden. Werden sie über Feuer erwärmt, so nimmt ihre Temperatur anhaltend zu; sobald ihre Temperatur einen gewissen Grad erreicht hat, so gerathen ihre Theile in eine aufwallende Bewegung und Expansion, wobei sie sich zuletzt ganz in Dämpfe verwandeln. Die Temperatur selbst, bei welcher dieses eintritt, ist sehr verschieden. Oele erfordern hiezu namentlich sehr hohe Temperaturen, wobei sie sich selbst zum Theil zersetzen, und ihren Siedepunkt selbst verändern; sie erfordern hiezu eine desto höhere Temperatur, je dicker und harziger sie durch das Sieden werden. Die Verschiedenheit ergiebt sich näher aus folgendem:

Quecksilber siedet bei	+ 285° R.
Schwefelsäure	+ 228
Fette Oele sieden und zersetzen sich bei . .	+ 252
— — fangen an zu sieden bei . . .	+ 240
Terpentinöl siedet stark bei . .	+ 120 bis + 130
Terpentinöl fängt an zu sieden bei .	+ 80 bis + 85
Wasser siedet bei 28 p. Zoll Barom. Höhe .	+ 80
Alkohol	+ 64
Ammonium von 0,910 spec. Gewicht bei . .	+ 36
Schwefelalkohol	+ 33,6
Vitrioläther siedet	+ 29,3
Blausäure	+ 21,2
Salpeteräther	+ 16,0

Fremde Körper, welche den Flüssigkeiten beigemischt werden, veranlassen ein späteres Sieden derselben; Wasser, in welchem Zukker oder irgend ein Salz aufgelöst ist, kocht später, als reines Wasser. — Den bedeutendsten Einfluß hat der Druck der Luft auf den

Eintritt des Siedepunkts; das Sieden tritt nämlich immer in dem Augenblick ein, wo die Spannung der sich bildenden Dämpfe der Spannung oder dem Druck der atmosphärischen Luft gleich ist und diese aus der Stelle zu treiben vermag; je mehr daher der Druck der Luft vermindert wird, desto früher tritt der Siedepunkt ein; auf hohen Bergen siedet das Wasser früher, als in der Tiefe; pumpt man aus einer halb mit Wasser gefüllten Flasche die Luft aus, so geräth das Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur in lebhaftes Aufwallen und Sieden; verstärkt man dagegen den Luftdruck, so lassen sich die Flüssigkeiten weit über ihren Siedepunkt erhitzen; Wasser läßt sich so in einem dicht verschlossenen eisernen Cylinder (dem Papinischen Topf) bis zum Glühen erhitzen, ohne zu sieden; verwandelt sich aber plötzlich unter großem Geräusch in Dämpfe, so wie man eine Oeffnung anbringt.

Die Flüssigkeiten zeigen auch in der gewöhnlichen Temperatur immer ein Bestreben, in einen dampfförmigen Zustand überzugehen, wenn auch ihre Temperatur nicht bis zum Siedepunkt gesteigert wird. Weingeist, Wasser, selbst Quecksilber, verdunsten so langsam schon in der gewöhnlichen Temperatur; auch diese langsamere Verdunstung geschieht desto schneller, je dünner die Luft ist.

a) Man wendet daher in neuern Zeiten selbst künstlich verdünnte Luft in technischer Beziehung an, um Syrupe und andere Flüssigkeiten, die leicht durch höhere Hitzgrade leiden, abzudampfen, Papiere, Tücher u. s. w. zu trocknen *).

Wärmebindung bei Bildung der Dämpfe.

§. 89. Sobald eine Flüssigkeit zu sieden anfängt, so erhöht sich ihre Temperatur nicht mehr, aller Wärmestoff, welchen man ihr weiter zuführt, wird blos zur Bildung der Dämpfe verwandt und in diesen latent oder gebunden, ohne weiter auf das Thermometer einzuwirken; die Dämpfe des siedenden Wassers besitzen so immer eine mit dem siedenden Wasser gleiche Temperatur. Die Menge der Wärme, welche die Flüssigkeiten auf diese Art beim Sieden binden, ist sehr bedeutend. Ein Pfund Wasser bindet beim Uebergang in Dampfform unter dem gewöhnlichen Druck der Luft von 28 p. Zollen 5½mal so viel Wärme, als es bedarf, um seine Temperatur vom Eispunkt bis zum Siedepunkt zu erhöhen. — In genauer Beziehung mit dieser Wärmebindung steht die Volumenvergrößerung, welche die Dämpfe in Vergleichung mit den Flüssigkeiten zeigen, aus welchen sie sich bildeten. Wasserdampf nimmt einen 1700mal größeren Raum ein, als das Wasser, woraus es sich bildete, er ist daher selbst leichter, als atmosphärische Luft, indem diese gewöhnlich nur 800mal leichter, als Wasser ist; auf dieser großen Expansion

*) Siehe Leuchs Anleitung zur Benutzung des luftleeren Raums in den Gewerben, vorzüglich beim Destilliren, Eindunsten, Filtriren, Gerben, Färben, Kattundrucken, Walken, Zuckerraffiniren, Bleichen; mit Abbildungen. Nürnberg, 1826.

des Wasserdampfs beruht namentlich die Anwendung desselben zur Bewegung von Maschinen (Dampfmaschinen, Dampfschiffe, Dampfkanonen).

a) Auf der Wärmebindung beim Verdunsten der Flüssigkeiten beruht die Abkühlung von Flüssigkeiten in Gefäßen, welche man mit nassen Tüchern umgiebt, oder in porösen Gefäßen im Schatten dem Luftzug aussetzt; die schnelle Eisbildung durch Verdunstung unter der Luftpumpe, wenn man die sich bildenden Dämpfe sogleich wiederum durch einen andern Stoff absorbiren läßt; das Gefühl von Kälte, welches entsteht, wenn man Weingeist auf der flachen Hand verdunsten läßt, welches noch bedeutender ist, wenn man hiezu Aether anwendet; umgiebt man die Kugel eines Thermometers mit Leinwand, die man wiederholt in Aether taucht und einigemal rasch durch die Luft schwingt, so erniedrigt sich selbst im Sommer die Temperatur unter den Eispunkt.

b) Auf der Eigenschaft, daß sich Flüssigkeiten unter dem gewöhnlichen Druck der Luft nicht über ihren Siedepunkt erhitzen lassen, ohne sich in Dämpfe zu verwandeln, beruht das Gefährliche, siedende oder selbst brennende Fettigkeiten und Oele durch Wasser löschen zu wollen; da nach dem §. 88 Erwähnten der Siedepunkt der Oele weit über dem des Wassers steht, so verwandelt sich in diesem Fall das zugegossene Wasser plötzlich in Wasserdampf und wirft das brennende Oel um sich.

Wärmeentbindung und Freiwerden derselben bei Niederschlagung der Dämpfe.

§. 90. Läßt man ausgebildete heiße Wasserdämpfe mit einem kältern Körper in Berührung kommen, so setzen sie ihre gebundene Wärme an den kältern Körper ab und gehen wiederum mit Verlust ihrer Wärme in den tropfbar flüssigen Zustand über, während zugleich der kältere Körper durch diese Wärme in seiner Temperatur erhöht wird; die Menge der Wärme, welche in diesem Fall von den Dämpfen abgesetzt wird, entspricht genau der Menge, welche sie zuvor chemisch mit sich verbunden hatten; mit einem Pfund siedenden Wasserdampfs lassen sich so 5½ Pfund eiskaltes Wasser bis zum Siedepunkt erhitzen, vorausgesetzt, daß kein Verlust dabei Statt findet.

a) Auf dieser Zersetzung der Dämpfe in Wasser und Wärme beruht die Anwendung derselben zum Kochen (das Kochen der Kartoffeln im Wasserdampf), eben so ihre Anwendung zum Kochen in hölzernen Gefäßen, wenn man siedende Wasserdämpfe durch Röhren in ein hölzernes Gefäß mit kaltem Wasser streichen läßt, welches sich dadurch nach und nach bis zum Siedepunkt erhitzt (bei der Bereitung des Stärkezuckers durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure häufig angewandt).

b) Auf der Eigenschaft der Dämpfe, wieder in tropfbar flüssige

Form überzugehen, sobald sie kältere Körper berühren, beruhen die verschiedenen Methoden zu destilliren.

Chemische Erscheinungen der Wärme bei chemischen Verbindungen der Körper.

§. 91. Verbinden sich Körper chemisch mit einander, so entstehen häufig Temperaturveränderungen, welche vorzüglich bedeutender sind, wenn die Körper zugleich dabei Formveränderungen erleiden; es entstehen Temperaturerniedrigungen, wenn die Wärme dabei chemisch gebunden oder latent wird, Temperaturerhöhungen, wenn diese wiederum frei wird.

Wärmebindungen, künstliche Kälteerzeugung.

§. 92. Werden auflösliche Körper mehr durch chemisch einwirkende Mittel zum Schmelzen gebracht, so erniedrigt der in flüssige Form übergehende Körper seine Temperatur, er bindet einen Theil Wärme, macht sie latent, auf ähnliche Art, wie dieses beim gewöhnlichen Schmelzen der Fall ist. Viele Salze erniedrigen so die Temperatur, sobald sie in Wasser aufgelöst werden.

a) Werden 6 Lothe eines aus gleichen Theilen Salpeter und Salmiak bestehenden Salzgemengs mit 8 Loth Brunnenwasser von 8 Grad R zusammengeschüttet und wohl umgerührt, so erniedrigt sich selbst im Sommer die Temperatur bis unter den Eispunkt. Dasselbe Salzgemeng läßt sich wiederholt zu diesem Versuch anwenden, wenn das Wasser zuvor jedesmal wieder verflüchtigt wird. Noch eine größere Kälte läßt sich durch eine Verbindung von 57 Theilen Chlorkalium mit 32 Theilen Salmiak und 10 Theilen Salpeter hervorbringen. Wird dieses Salzgemeng mit seinem 4fachen Gewicht Wasser vermischt, und schnell umgerührt, so läßt sich dadurch die Temperatur von $+ 20°$ R bis auf $- 5°$ R erniedrigen.

b) Bringt man $2\frac{1}{2}$ Theil gestoßenes Eis oder Schnee mit 1 Theil Kochsalz in einer Temperatur von 0° R zusammen, so erniedrigt sich die Temperatur bis auf 0° F oder $- 14{,}2°$ R.

c) Werden diese kälteerzeugenden Mischungen in Temperaturen zusammengebracht, welche selbst schon sehr gering sind, oder werden sie zu diesem Zweck selbst zuerst künstlich erkältet, so ist die Kälteerzeugung um so bedeutender. Verdünnte Schwefelsäure mit Schnee zu gleichen Theilen bei einer Kälte von $-$ 5° R zusammengegossen, kann so die Temperatur bis auf $- 40°$ R erniedrigen.

Wärmeentwicklungen bei Bindung des Crystallisationswassers.

§. 93. Die entgegengesetzte Erscheinung, ein Freiwerden der Wärme, tritt ein, wenn das Wasser auf chemische Art von einem Körper gebunden wird und dadurch seine flüssige Form verliert; die

meisten Salze, welche Crystallisationswasser besitzen, erhöhen so bedeutend ihre Temperatur, wenn sie durch Austrocknen oder Ausglühen dieses Wasser verloren haben, und es ihnen wiederum zugesetzt wird.

a) Wird frisch ausgeglühter Kalk im grob zerstoßenen Zustand schnell unter Wasser getaucht und dann zum Zerfallen an die Luft gelegt, so erhitzt er sich in kurzem sehr stark, die Temperatur erhöht sich in größern Quantitäten selbst über die Siedhitze des Wassers, er zerfällt dabei in pulverförmig gelösten Kalk, in welchem Zustand er 24 Procente Wasser in trockener Form chemisch gebunden enthält.

b) Gyps, salzsaure Kalkerde (oder Chlorcalcium), schwefelsaures Natrum und viele andere Salze erwärmen sich auf dieselbe Art mehr oder weniger, wenn man sie zuvor ausgeglüht hat und ihnen nun aufs Neue Wasser zugesetzt wird.

c) Oft lassen sich daher durch denselben Körper Temperaturerhöhungen und Kälteerzeugungen hervorbringen, je nachdem man ihn in flüssige oder feste Form bringt. Crystallisirtes Glaubersalz erniedrigt die Temperatur, wenn es in Wasser aufgelöst wird; dasselbe Salz erhöht sie, wenn ihm zuvor sein Crystallisationswasser genommen und ihm nun Wasser zugesetzt wird.

Wärmeentwicklungen bei Verbindungen von Körpern ohne Crystallisationswasser.

§. 94. Besitzen Körper eine große Affinität zu einander und verbinden sie sich innig chemisch, so entstehen häufig Wärmeentwicklungen, wenn auch keine Formveränderungen dabei vor sich gehen und auch kein Wasser dabei chemisch an einen festen Körper gebunden wird; ob die Wärmeentwicklungen gleich oft bedeutender sind, wenn auch diese zugleich mit in's Spiel kommen.

a) Wird Schwefelsäure mit Wasser zusammengebracht, so entsteht eine bedeutende Erhitzung zwischen beiden, beide verbinden sich näher, behalten aber eine flüssige Form.

b) Wird concentrirte Salpetersäure mit ätherischen Oelen zusammengebracht, so erhitzen sich beide bis zur Entzündung der Oele.

c) Wird frisch gebrannter Kalk mit 4 Theilen Schwefelsäure zusammengebracht, so entsteht eine Erhitzung bis zum Glühen.

Man glaubte früher, diese Wärmeentwicklungen bei chemischen Verbindungen durch die größere oder geringere Wärmecapacität der neu entstehenden Verbindungen erklären zu können; es ergiebt sich jedoch leicht, daß diese veränderten Wärmecapacitäten zur Erklärung dieser Temperaturerhöhungen nicht ausreichen, indem oft diese neuen Zusammensetzungen mit ihren Bestandtheilen gleiche oder wenig davon verschiedene Wärmecapacität besitzen; es scheint vielmehr bei jeder innigen Vereinigung von 2 Körpern Wärme ausgeschieden zu werden, die sich vielleicht selbst zum Theil erst bei dem starken Einwirken der Körper auf einander neu erzeugt.

Wärmeentwicklung durch Berührung.

§. 95. Mit der bei chemischen Verbindungen sich entwickelnden Wärme steht die erst in neuern Zeiten von Pouillet (Annales de Chimie Tom. XX. p. 141.) entdeckte Erscheinung in genauer Verbindung, daß die meisten pulverförmigen festen Körper überhaupt die Eigenschaft haben, ihre Temperatur etwas zu erhöhen, wenn sie mit tropfbaren Flüssigkeiten benetzt werden; bei unorganischen Körpern, bei Erden und Metallen ist diese Wärmeentwicklung nur schwach, stärker ist sie bei Stoffen aus dem Thier- und Pflanzenreich; sie beträgt bei den Erden und Metallen oft nur ½ Grad, bei den Mehlarten beträgt sie gewöhnlich gegen zwei Grade, bei Holz, Rinden und reiner Stärke selbst mehrere Grade. Diese bedeutende Wärmeentwicklung kann nur von einer lebhaften Einwirkung des Wassers und der Flüssigkeiten überhaupt auf diese Stoffe herrühren. Da sie bei der Einwirkung der Erden auf die Vegetation, so wie bei physiologischen und pathologischen Erscheinungen des Thier- und Pflanzenreichs überhaupt unstreitig eine wichtige Rolle spielen, so theilen wir hier einen Auszug dieser Versuche mit, so weit sie über Stoffe angestellt sind, welche für Landwirthschaft näheres Interesse haben.

Temperaturerhöhungen nach dem hunderttheiligen Thermometer.

Pulverförmige Körper durch	Wasser	Oel	Alkohol	Essig-Aether
Glaspulver	0,25	0,26	0,23	0,27
Eisen	0,21	0,19	0,23	0,33
Kupfer	0,19	0,18	0,14	0,30
Zink	0,23	0,21	0,25	0,23
Porzellan	0,55	0,49	0,53	0,47
Ziegelmehl	0,57	0,48	0,32	0,46
Thon	0,94	0,91	0,86	0,78
Kieselerde	0,35	0,18	0,25	0,41
Thonerde	0,20	0,18	0,21	0,34
Bittererde	0,21	0,15	0,20	0,23
Eisenoxyd	0 28	0,21	0,30	0,42
Kupferoxyd	0,22	0,22	0,19	0,26
Schwefel			0,17	0,21
Kohle	1,16	0,96	1,27	1,41
Stärke	9,70	3,52	4 77	6,18
Sägespäne	2,17	2,80	3,02	2,52
Rinde von Süßholz	10,20	4,19	7,17	6,54
Rinde von Baldrian	4,26	3,84	4,66	4,10
Mehl von Weizen	2,72	1,19	3,40	4,10
Mehl von Mais	2,32	1,22	3,32	3,72
Mehl von Gerste	2,22	1,15	2,87	3,83
Mehl von Hafer	2,42	0,91	2,75	4,32
Körner von Weizen	1,92		2,21	2,25
Körner von Gerste	1,12		1,82	
Baumwolle	0,97	1,25	0,83	1,67
Flachsfäden	2,11	1,17	2,78	3,18
Haare	2,06	2,31	1,28	3,45
Thierische Wolle	3,17	3,38	2,54	3,12
Rindssehnen	3,16	1,17	3,81	3,24
Fischbein	2,86	2,15	1,56	3,25
Leder	2,43		2,41	
Schafdarmhaut	9,63		10,12	8,38

Wärmeentwicklung durch Reiben und Zusammendrücken.

§. 96. Werden zwei Körper auf irgend eine Art zusammengedrückt, durch Reiben, Schlagen oder irgend eine andere mechanische Operation, so wird immer eine gewisse Menge Wärme frei, die dadurch entstehende Temperaturerhöhung kann sehr bedeutend sein; Eisen läßt sich durch anhaltendes Hämmern bis zum Glühen erhitzen, Holz erwärmt sich bis zum Entzünden, durch Anschlagen eines Feuersteins gegen einen Stahl entwickeln sich Funken, es trennen sich heiße Metalltheile ab, welche brennen, schmelzen und den Feuerschwamm anzünden. Zwei Scheiben von Eis lassen sich bis zum Schmelzen erhitzen, wenn sie in einer Kälte unter Null stark an einander gerieben werden. Vorzüglich viel Wärmestoff läßt sich aus den Gasarten beim Zusammendrücken derselben entwickeln; wird Luft in einer gut schließenden Röhre plötzlich stark zusammengepreßt, so erhitzt sie sich bis zum Entzünden von Feuerschwamm; es beruht hierauf die Einrichtung der Compressionsfeuerzeuge.

Alle diese Erscheinungen stimmen daher mit dem schon oben erwähnten Satz überein, daß die Körper überhaupt bei wechselseitigem engeren Zusammentreten und Aufeinanderwirken, mag dieses nun auf chemischem oder mechanischem Wege geschehen, Wärme ausscheiden.

Zum Schluß über die Wärme theilen wir auf Tab. I. eine vergleichende Uebersicht der drei in Deutschland, Frankreich und England gewöhnlich im Gebrauch vorkommenden Thermometerscalen mit, welcher zugleich die wichtigsten Temperaturgrade beigefügt sind, so weit dieses der Raum auf der Tafel gestattet *)

---

2. Von dem Lichte.

Begriffsbestimmung.

§. 97. Auch zur Erklärung der Lichterscheinungen nimmt man eine besondere Materie an, die man Lichtstoff, Lichtmaterie und, mit der Annahme: daß dieselbe auch die Grundursache der Wärmeerscheinungen sei, Aether nennt. Für das Auge bewirkt diese vorausgesetzte Lichtmaterie die Wahrnehmung außer uns befindlicher Gegenstände, das Sehen, und spielt sonst noch in der unorganischen und organischen Natur eine wichtige Rolle. Es wird uns entweder von andern Himmelskörpern, Sonne, Mond und Sternen zugeführt, oder es entwickelt sich auch bei vielen Processen auf unserer Erde selbst.

*) Ich entwarf diese Tafel schon vor einigen Jahren für meine Zuhörer; Hr. Hofrath André ersuchte mich alsdann um deren Mittheilung für den Nationalcalender der deutschen Bundesstaaten, worin sie bereits erschienen ist; ich theile sie hier, mit einzelnen weitern Zusätzen vermehrt, mit.

Physische Eigenschaften des Lichts.

§. 98. Das Licht ist ungewichtig, höchst ausdehnbar, breitet sich von seinem Entstehungsort mit ungemeiner Schnelligkeit (40,000 Meilen in einer Secunde) strahlenförmig in geraden Linien aus, durchdringt die Luft und alle durchsichtige Körper mehr oder weniger; fällt es auf andere Körper auf, so wird es zum Theil zurückgeworfen; geht es nahe an einem dichten Körper vorbei, so wird es von seinem Weg etwas abgelenkt, inflectirt (Inflection des Lichts); geht es in schiefer Richtung aus einem durchsichtigen Körper in einen andern von verschiedener Dichtigkeit und Brennbarkeit, aus Luft in Wasser, Glas, Weingeist, so wird es an der Stelle des Uebergangs in einem bestimmten Winkel gebrochen, refrangirt; manche Medien (wie Kalkspath) haben die Eigenschaft, es in zwei Theile zu spalten (doppelte Strahlenbrechung). Bei jeder Brechung zerlegt sich der ungefärbte Lichtstrahl in sieben gefärbte Strahlen, von den brechbarsten angefangen in violett, dunkelbau, hellblau, grün, gelb, orange, roth; man nennt diese sieben Strahlen zusammen das Farbenspectrum; die einzelnen Strahlen zeigen in Beziehung auf Wärmeerweckung und chemische Eigenschaften merkwürdige Verschiedenheiten.

Chemische Eigenschaften des Lichts.

§. 99. Das Licht zeigt sowohl gegen die gewichtigen, als ungewichtigen Stoffe mehrere wichtige Verhältnisse, die seine chemischen Wirkungen außer Zweifel setzen.

Verhältnisse des Lichts zur Wärme.

Wärmeerzeugung durch Licht.

§. 100. Die gewichtigen Körper verschlucken immer einen Theil des Lichts, welches auf sie fällt; sie absorbiren von ihm desto mehr, je undurchsichtiger sie sind, und je rauher und dunkler gefärbt ihre Oberfläche ist. Sie erwärmen sich im Sonnenlicht um so mehr, je dunkler sie sind und je weniger Licht sie wiederum als solches zurücksenden. Werden Thermometerkugeln rein und mit verschiedenen Farben belegt dem Sonnenlicht ausgesetzt, so erhitzen sich schwarzgefärbte Thermometer am stärksten, schwächer blau gefärbte, am wenigsten erhitzen sich roth gefärbte, weiß gefärbte und metallisch glänzende. — Wird das Licht durch Brenngläser und Brennspiegel concentrirt, so kann man dadurch die höchsten Temperaturgrade hervorrufen; Licht an sich ist noch nicht warm, es läßt sich durch eine Linse von Eis so gut, als durch eine Linse von Glas, concentriren, es erweckt erst Wärme, wenn es in seinem Durchgehen durch andere Körper aufgehalten wird. Es stehen damit folgende Erscheinungen in genauer Beziehung.

a) Weiße Kleidungsstücke, hellgefärbte glänzende Strohhüte sind im Sonnenschein kühler, als dunkel gefärbte; helle Far-

den eignen sich daher mehr für den Sommer, dunkle für den Winter *).

b) Werden Asche, Kohle oder überhaupt Körper, welche dunkler als Schnee sind, auf diesen gestreut, so befördert dieses das Schmelzen desselben.

c) Werden Mauern und die Rückwände von Obstspalieren schwarz angestrichen, so befördert dieses die Zeitigung der Früchte.

d) Das Schmelzen des Schnees erfolgt im Frühjahr im Sonnenlicht immer zuerst an den Rändern dunkel gefärbter Gegenstände, an Holz, Sträuchern, Mauern, indem sich diese Körper durch ihre dunkle Farbe schneller, als hellgefärbte, erwärmen.

e) Dunkelgefärbtes Erdreich von übrigens gleichen mineralischen Bestandtheilen erhitzt sich in der Sonne weit stärker, als hellgefärbtes.

f) Je höher wir uns über die Erdfläche erheben, desto dünner sind die Luftschichten und desto weniger Wärme ist daher das Licht in ihnen zu erwecken im Stande **).

Wärme der verschiedenen Lichtstrahlen.

§. 101. Die durch ein Prisma gebrochenen gefärbten Lichtstrahlen besitzen eine verschiedene erwärmende Kraft, welche im Allgemeinen mit ihrer Brechbarkeit in umgekehrtem Verhältniß steht; das violette Licht besitzt die geringste wärmende Kraft, von da an nimmt sie durch blau, grün bis zu gelb und roth fortschreitend zu; die größte Wärmeentwicklung zeigt sich jedoch an der Grenze des Roths etwas verschieden, je nachdem die Prismen aus verschiedenen Stoffen verfertigt sind; bei gewöhnlichem weissen Glas ist die größte Wärmeentwicklung im vollen Roth, bei einem mit Wasser gefüllten Prisma entsteht die größte Wärmeentwicklung im gelben Lichtstrahl, bei Prismen von Flintglas selbst jenseits des Roths außer dem Farbenspectrum. Die Licht- und Wärmestrahlen scheinen daher wirklich schon im Prisma in verschiedenem Verhältniß gebrochen zu werden.

---

*) Indeß ist auch die Wärmeausstrahlung aus dunklen Körpern am stärksten. Wenn nun Kleidungsstücke für sich selbst nicht warm und eins nicht wärmer wie das andere ist, sondern blos die, durch den Organismus erzeugte Wärme mehr oder weniger zusammenhaltend; so scheinen weiße Kleidungsstücke für den Winter, wo wir ohnedieß wenig Wärme durch das spärliche Sonnenlicht erhalten, zweckmäßiger als schwarze. — Auch kleidete die Natur die Mohren schwarz und die Vögel und Vierfüßer des hohen Nordens weiß oder grau, höchstens braun. Daß weiße, glacirte Handschuhe von sehr dünnem Leder gleichwohl wärmer halten, wie rauchlederne, dunkelgefärbte, ist ebenfalls bekannt. K.

**) Ueberhaupt ist wohl die Erwärmung der Luft, durch unmittelbare Einwirkung der Sonnenstrahlen, kaum in Anschlag zu bringen — noch weniger also die Dünnheit der höheren Luftschichten. Die Erwärmung der tieferen ist Rückwirkung der Erdwärme, wie die Erwärmung der Zimmerluft durch die heißen Wände des geheizten Ofens. K.

Lichterzeugung durch Wärme.

§. 102. Sehr viele Körper gehen, sobald sie hinreichend stark erwärmt werden, in einen leuchtenden und glühenden Zustand über. Eisen wird durch Reiben und Hämmern leicht heiß, durch fortgesetztes Hämmern läßt es sich bis zum sichtbaren Glühen erhitzen; der Versuch gelingt sowohl bei Tag, als bei Nacht, in finstern Behältnissen so gut, als am Licht.

Es wird aus diesen Erscheinungen höchst wahrscheinlich, daß Licht und Wärme dieselben Stoffe sind, daß nur das in seiner Bewegung gehemmte und an die Körper mehr gebundene Licht uns als Wärme erscheint, welches wieder als solches erscheint, sobald durch irgend einen Proceß viel Wärme in einem Körper concentrirt wird.

Verhältnisse des Lichts zu gewichtigen Stoffen.

Veränderungen unorganischer Stoffe durch das Licht.

§. 103. Das Licht bringt in vielen Körpern chemische Veränderungen hervor, welche sich nicht durch die etwa durch das Licht erweckte Wärme erklären lassen, indem diese Veränderungen auch bei nicht concentrirtem Licht oft selbst schon durch das gebrochene Tageslicht in niedern Temperaturen erfolgen, wo Wärmeerweckung nicht die Ursache sein kann; ob sich gleich auch durch hohe Temperaturgrade oft dieselben Veränderungen hervorbringen lassen. Es gehören hierher folgende Erscheinungen:

a) Helles Sonnenlicht befördert die Crystallisation der Salze, wenn es auf concentrirte Auflösungen fällt; crystallisirte Salze, welche Crystallisationswasser enthalten, verlieren dieses dagegen oft zum Theil wieder, wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, sie zerfallen.

b) Chlorsilber (Hornsilber) von Farbe weiß, wird am Licht anfangs violett und dann schwarz, auch im gebrochenen Tageslicht zeigt sich diese Erscheinung, obgleich weniger schnell als im Sonnenlicht; mit diesem Stoff getränkte weiße Papiere zeigen das Gleiche.

c) Goldoxyd zersetzt sich am Licht in Gold und Sauerstoff; mit Goldauflösung benetztes Papier bleibt im Dunkeln ungefärbt, im Lichte färbt es sich nachher purpurfarbig.

d) Die gelbe Auflösung des Chloreisens in Aether wird im Sonnenlichte weiß farblos, wobei das Eisen in Eisenoxydul umgewandelt wird; dieselbe Entfärbung zeigt in Aether aufgelöstes Chlorkupfer.

e) Wird Chlorgas mit Wasserstoffgas zu gleichen Raumtheilen gemengt dem Licht ausgesetzt, so vereinigen sich beide unter Verpuffung (Detonation) zu salzsaurem Gas; um denselben Effect durch bloße Wärme zu erhalten, ist wenigstens eine Temperaturerhöhung von 100° R nöthig.

Veränderungen organischer Stoffe durch das Licht.

§. 104. Die Einwirkungen des Lichts auf organische Stoffe geben sich gleichfalls häufig durch Farbenänderungen, und bei unbelebten organischen Stoffen namentlich oft durch ein Erblassen der Farben zu erkennen. Es gehören hierher folgende Erscheinungen:

a) Werden die grünen Farbenstoffe ausgebildeter Blätter von Hollunder-, Kirschen-, Birnbäumen u. s. w. durch Weingeist ausgezogen und damit Papiere blaßgrün gefärbt, so zeigen diese ein deutliches Erblassen, sobald sie einige Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, wozu oft schon ¼ Stunde hinreichend ist*); die Farbenstoffe des Safflors, Blauholzes, Brasilienholzes, der Curcumawurzel werden auf ähnliche Art durch das Licht zerstört; dieselben Entfärbungen lassen sich in kürzerer Zeit durch Temperaturen von 130 — 160° R bei freiem Luftzutritt hervorbringen. — Das Abschießen vieler Farben, eben so das Bleichen im Sonnenlicht beruht auf diesen Entfärbungen.

b) Wird das gelbbraune Quajakharz dem Sonnenlicht oder gebrochenen Tageslicht ausgesetzt, so erhält es in Kurzem eine grüne Farbe.

c) Lebende grüne Pflanzentheile zerlegen bei der Einwirkung des Lichts auf ihre Oberfläche die sie berührende oder in ihnen enthaltene Kohlensäure und entwickeln Sauerstoffgas.

d) Pflanzen vergeilen und Thiere werden bleichsüchtig, beide kränkeln leicht und gehen selbst zu Grunde, wenn ihnen das Sonnenlicht zu lange entzogen wird; Blüthen und Früchte vieler Pflanzen erhalten im Schatten nicht die gehörige Vollkommenheit; Farbe, Geruch und Geschmack bilden sich oft nur unvollständig aus.

Die meisten dieser Veränderungen durch das Sonnenlicht sind mit Desoxydationen der Körper verbunden.

Verschiedenheit der Lichtstrahlen in Beziehung auf diese chemischen Erscheinungen.

§. 105. Vergleicht man, welche der Lichtstrahlen des Farbenspectrums diese chemischen Veränderungen am schnellsten hervorbringen, so zeigt sich eine merkwürdige Verschiedenheit. Der äußerste Rand des Violetts zeigt im Farbenspectrum immer die stärkste chemische Einwirkung, der rothe Strahl zeigt die schwächste; da die rothen Strahlen für unser Auge und für Wärme-Erweckung gewöhnlich gerade die wirksamsten sind, so läßt sich diese Erscheinung nicht auf die verschiedene Wärmeerweckung zurückführen, vielmehr müssen wir annehmen, daß das Licht im Prisma in 3 verschiedene Strahlen, in Lichtstrahlen, Wärmestrahlen und chemisch wirkende Strahlen getrennt wird, welche 3 über einander fallende Spectra bilden.

Da die Wirkungen des Lichts vorzüglich in Desoxydationen bestehen und diese durch die violetten Strahlen am stärksten gesche-

*) Siehe die oben erwähnte Dissertation über die Farben der Blüthen. S. 23.

hen, so nannte man diese auch ausschließend desoxydirende und die rothen Strahlen dagegen oxydirende Strahlen; Benennungen, welche jedoch nicht ganz passend sind, indem auch letztere oft desoxydirende, wenn gleich weit schwächere Wirkungen hervorbringen.

Lichtentwickelungen aus gewichtigen Stoffen.

§. 106. Bei vielen gewichtigen Stoffen bemerkt man Lichtentwicklungen; sind diese rasch unter vielen Wärmeentwicklungen vorsichgehend, so nennt man sie Verbrennung; sind sie schwach mit geringer oder gar keiner Wärmeentwicklung, so nennt man sie das Phosphoresciren oder Leuchten.

Lichtentwickelungen bei chemischen Processen unorganischer Körper.

§. 107. Bei den meisten innigen Verbindungen der Körper entwickelt sich außer Wärme zugleich Licht; am häufigsten wird dieses beobachtet, wenn Sauerstoff mit verschiedenen brennbaren Körpern Verbindungen eingeht; auch wenn sich Chlor, Jod, Schwefel, Phosphor mit andern Körpern innig verbinden, zeigen sich Lichtausscheidungen; selbst zusammengesetzte Körper erhitzen sich bei ihrem Zusammenwirken oft bis zum Glühen, wie Vitriolöl und reine Bittererde. Bei allen diesen Lichtausscheidungen sind Licht und Wärme in den sich vereinigenden Körpern schon gebildet vorhanden, oder sie bilden sich erst bei diesen Vereinigungen vielleicht zum Theil aus den dabei wirksamen Imponderabilien, wobei namentlich Elektricität eine wichtige Rolle zu spielen scheint; von diesen Erscheinungen kann erst näher unten bei dem Verbrennungsproceß die Rede sein.

Phosphorescenz durch Bestrahlung.

§. 108. Viele Körper haben die Eigenschaft, zu leuchten, wenn sie vorher dem Licht ausgesetzt und dann ins Dunkle gebracht werden, man nennt diese Eigenschaft Phosphorescenz durch Bestrahlung oder Insolation. Die meisten Körper müssen zu diesem Zweck unmittelbar ins Sonnenlicht gelegt werden; die Lebhaftigkeit des Leuchtens steht mit der Stärke des Lichts, welche dasselbe bewirkt hat, in Verhältniß. Schon eine augenblickliche Bestrahlung bringt ein Leuchten hervor, eine Bestrahlung, die länger dauert, erweckt kein stärkeres und längeres Leuchten, als eine Bestrahlung von 10 Secunden. Die Stärke des Leuchtens ist nach der Natur der Substanzen sehr verschieden; hellgefärbte Körper derselben Art phosphoresciren lebhafter und leichter als dunkelgefärbte. Zu den besten Phosphoren durch Bestrahlung gehören Diamant, Schwefelbaryt (bononischer Leuchtstein), Schwefelkalk (cantonischer Phosphor), natürlicher kohlensaurer Strontian, Flußspath, hellgefärbte Dolomit- und Marmorarten. Weniger gut leuchten Salmiak, Salpeter, Steinsalz, Schwerspath, Gyps, Weinstein, Knochen, Zähne, weißer Zucker, weißes Papier, Leder. — Noch ziemlich gut phosphoresciren Bleiglanz, Mehl, Splint der Bäume, gebleichte Lein- und Baumwollen-

fasern, Federn, Horn, alles wohl getrocknet. — Gar nicht leuchten Wasser und alle übrige tropfbar flüssige Körper, Schwefel, reine Metalle, Torf, Holzkohle u. s. w.

Die Dauer des Leuchtens ist sehr verschieden, der cantonische Leuchtstein leuchtet 10 Stunden, Diamant 1 Stunde und 5 Secunden, Flußspath 1—30 Minuten, der bononische Leuchtstein 80 Secunden, die meisten organischen Stoffe und Salze 6—20 Secunden, die meisten Steine noch kürzer *).

Das Leuchten findet auch im luftleeren Raum, in unathembaren Gasarten und überhaupt in allen durchsichtigen Medien Statt, welche den Leuchtstein nicht zerstören.

Die Körper scheinen beim Bestrahlen wirklich einen Theil des Lichts unverändert zu absorbiren und dann in der Dunkelheit wieder von sich zu geben.

Phosphorescenz durch Erwärmung.

§. 109. Die meisten Körper, welche durch Bestrahlung phosphoresciren, zeigen ein ähnliches Leuchten, wenn sie in pulverförmigen oder größern Stücken auf einer erhitzten Unterlage erhitzt werden, wobei jedoch die Hitze nicht bis zum Glühen vermehrt zu werden braucht; nur diejenigen Körper sind davon ausgenommen, welche in höhern Temperaturen schmelzen oder sich verflüchtigen. — Die Temperatur, bei welcher dieses Leuchten erfolgt, ist bei den verschiedenen Stoffen sehr verschieden; sie beträgt bei dem cantonischen Phosphor 55° R; bei den Flußspatharten 50—80° R; bei den Diamanten 80—200°; bei den kohlensauren Kalkarten 160—260°; bei den Steinen aus dem Kieselgeschlecht 200—300° R; bei den Oelen 75—200 Grade. Auch dieses Phosphoresciren zeigt sich bei unorganischen Körpern in den verschiedensten Gasarten, im luftleeren Raum und selbst unter Wasser.

Es wird aus diesen Erscheinungen wahrscheinlich, daß die Körper, auch ohne bestrahlt zu werden, schon eine gewisse Menge Licht gebunden enthalten, welches durch Erwärmung der Körper wiederum frei wird und von den Körpern entweicht.

Lichtentwicklung durch mechanische Gewalt.

§. 110. Durch starkes Reiben und Stoßen zeigen die meisten Stoffe, welche durch Insolation und Erwärmung leuchten, gleichfalls leuchtende Erscheinungen. Beim Reiben zeigt dieses namentlich der Diamant, der schon durch Reiben mit Wolle oder einer Bürste leuchtend wird, der cantonische und hombergische Phosphor, Dolomit, Tremolit, Zucker, viele härtere Steine, namentlich Quarzarten, wenn sie an einander oder mit Stahl und Eisen zusammengerieben oder geschlagen werden.

Auch flüssige Körper, Wasser, Alkohol, Oele leuchten, wenn

*) Siehe Placidus Heinrich über die Phosphorescenz der Körper. Drei Abhandlungen in Quart. Nürnberg 1811—1815.

sie in einer dicken Glasröhre zusammengedrückt werden; auch im luftleeren Raum bemerkt man dieses Leuchten. — Nicht leuchtend zeigen sich alle Metalle, Gyps, viele Salze, schwere Metalloxyde, viele Pflanzenstoffe, alle thierische Stoffe.

Die Dauer dieses Leuchtens ist meist nur augenblicklich; die Stärke des Lichts ist größer, wenn die Körper zuvor erwärmt werden, jedoch darf die Temperatur nicht bis zur Rothglühhitze steigen.

Auch bei dieser Phosphorescenzerscheinung ist es wahrscheinlich, daß das in den Körpern gebundene Licht durch mechanische Gewalt ausgeschieden wird, auf ähnliche Art, wie dieses oben von der Wärme erwähnt wurde.

Phosphorescenz bei lebenden organischen Körpern.

Phosphorescenz bei lebenden Thieren.

§. 111. Mehrere Thiere zeigen die Eigenheit, in ihrem lebenden Zustand theilweise oder ganz zu leuchten; bis jetzt wurde diese Erscheinung fast nur bei Arten aus den niedern Thierklassen beobachtet, wovon bei weitem die meisten Bewohner der Weltmeere sind; auch in unsern Gegenden zeigt sich diese Erscheinung bei den Johanniswürmchen (Lampyris noctiluca und splendidula), der elektrischen Assel (Scolopendra electrica) und zuweilen auch beim gewöhnlichen Regenwurm (Lumbricus terrestris). Man beobachtete die Erscheinung in andern Gegenden, namentlich bei verschiedenen Arten von Elater, Fulgora, Pausus, Cancer, Linceus, Limulus, und bei verschiedenen Würmern, wie Pholas, Dactylus, Nereis noctiluca und einigen Arten von Medusa, Beroë, Pennatula u. a.

Bei verschiedenen dieser Thiere beobachtet man das Leuchten nicht nur während des Lebens derselben, wo es gewöhnlich am lebhaftesten ist, sondern es dauert auch nach dem Tod des Thieres noch einige Zeit fort; bei dem Johanniswürmchen kann man einen den leuchtenden Stoff enthaltenden Beutel aus dem Unterleib des Thiers herausnehmen, der einen klebrigen Stoff enthält, der auch Wasser und Oel diese leuchtende Eigenschaft auf einige Zeit mittheilt; das Leuchten selbst findet auch unter Wasser, Oel und selbst im luftleeren Raum Statt, lebhafter in Sauerstoffgas; in Stickgas und Wasserstoffgas vermindert es sich bald, in kohlensaurem Gas hört es schnell zu leuchten auf. Ein an dieses Phosphoresciren sich anreihendes Leuchten beobachtete man auch schon bei menschlichem Schweiß, der klebrig war, so daß das Leuchten sich der Wäsche mittheilte; der Geruch des Schweißes war eigenthümlich phosphorisch; auch bei frischgelassenem Harn bemerkte man schon zuweilen ein phosphorisches Leuchten.

Die Ansichten über die Ursachen dieser Phosphorescenzerscheinungen sind noch getheilt; obgleich der Lebensact selbst darauf Einfluß zu haben scheint, so fern es sich oft vorzüglich bei lebhaften Bewegungen dieser Thiere in ihrem vollkommener entwickelten Zustand stärker und häufiger zeigt, so scheint doch zugleich schon ein

schwacher Verbrennungsproceß zugleich mit im Spiel zu sein, wofür das Fortleuchten nach dem Tode der Thiere und der wirkliche Gehalt an phosphorsauren Salzen in den Ueberresten dieser Thiere spricht.

Leuchten lebender Pflanzen.

§. 112. Auch bei den Pflanzen wurde bis jetzt nur bei den niedersten Bildungen dieser Organismen ein Leuchten beobachtet; namentlich zeigen dieses einige unterirdisch in Bergwerken auf altem Holz wachsende cryptogamische Pflanzen: die Rhizomorpha pinnata, aidaela, stellata und Dematium violaceum leuchten an ihren letzten feinen weißlichen Spitzen mit einem gelblichen, weißen und grünlich blauen Licht, so lange sie noch leben und lebhaft wachsen; abgestorben leuchten sie nicht mehr; sie leuchten stärker in Sauerstoffgas, auch unter Wasser leuchten sie noch; dagegen leuchten sie nicht im luftleeren Raum, Stickgas und in unathembaren Gasarten*). Ein schwaches Leuchten, welches man auch schon bei etwas faulen keimenden Kartoffeln beobachtet haben will, gehört vielleicht gleichfalls hierher.

Die leuchtenden Erscheinungen, welche man hie und da schon bei orange blühenden Pflanzen, bei Tropaeolum majus, Tagetes patula und Calendula officinalis in der Dämmerung an heitern Sommerabenden, eben so bei Tuberosen beobachtete, sind noch zu wenig genau untersucht, um sie mit Bestimmtheit hierher zählen zu können.

Phosphorescenz bei todten organischen Stoffen.

Phosphorescenz faulender Thiere.

§. 113. Das Leuchten faulender Thiere wurde bis jetzt am häufigsten bei faulenden Seefischen beobachtet; seltner beobachtete man es auch am Fleisch von Süßwasserfischen, von Ochsen, Kälbern, Hammeln, Schweinen, Hühnern; auch Eier von Eidechsen, seltner von Hühnern, fand man schon leuchtend. Das Leuchten zeigte sich ein bis zwei Tage nach dem Tode der Thiere, wenn sie sich in einem feuchten Zustand bei einer Temperatur von ungefähr 15° R in Berührung mit der Luft befinden; Wärmeentwickelung läßt sich dabei nicht bemerken; es setzt sich dabei gewöhnlich auf die Thiere ein Schleim ab, der diese leuchtende Eigenschaft vorzüglich besitzt.

Das Leuchten findet nur in der atmosphärischen Luft und im Sauerstoffgas Statt, nicht in kohlensaurem und hydrothionsaurem Gas; fängt die eigentliche stinkende Fäulniß an, so hört das Leuchten gewöhnlich wieder auf.

Es wird aus diesen Erscheinungen höchst wahrscheinlich, daß dieses Leuchten in einem schwachen Verbrennungsproceß beruht, wobei etwas Licht ohne bemerkbare Wärme, wie bei vielen schwachen Verbrennungsprocessen, ausgeschieden wird.

*) Siehe die Untersuchungen hierüber von Nees v. Esenbeck, Noeggerat und Bischoff in der botanischen Zeitschrift Flora Regensburg. 1824. S. 119.

Phosphorescenz faulender Pflanzen.

§. 114. Häufiger als bei Thieren bemerkt man bei ablebenden Vegetabilien, namentlich bei Holz, leuchtende Erscheinungen; man beobachtete die Erscheinung namentlich bei faulem Holz von Buchen, Eichen, Birken, Weiden, Tannen, Wallnüssen u. s. w.; soll es in leuchtenden Zustand kommen, so muß seine Zersetzung durch mäßige Feuchtigkeit eingeleitet werden; nimmt man seit einigen Jahren abgestorbene Wurzeln aus der Erde und verwahrt sie an einem mäßig feuchten Ort, so fangen sie häufig nach einigen Tagen zu leuchten an. Durch Austrocknen, ebenso durch siedendes Wasser verliert das Holz seine leuchtende Kraft, dagegen läßt es in feuchtes Fließpapier eingewickelt sich zuweilen 14 Tage in feuchten Umgebungen leuchtend erhalten. In Stickgas, Wasserstoffgas und Phosphorwasserstoffgas leuchtet das Holz nur kurze Zeit, in Ammonium und Chlorgas erlischt es noch schneller; in Sauerstoffgas leuchtet es nur unbedeutend stärker, als in atmosphärischer Luft; in beiden Fällen wird Sauerstoffgas absorbirt und Kohlensäure erzeugt. Unter Wasser, Quecksilber und fetten Oelen hört das Phosphoresciren nur langsam auf, schneller unter Weingeist, Aether und Kalkwasser, augenblicklich in Schwefelsäure.

Auch das Leuchten der faulenden Vegetabilien scheint daher nach diesen Beobachtungen auf einem schwachen Verbrennungsproceß zu beruhen.

a) Zu den merkwürdigern Erscheinungen der Phosphorescenz gehört das Leuchten der Meere, welches hie und da in verschiedenen Gegenden beobachtet wurde, wozu wahrscheinlich mehrere der hier erwähnten Lichtentwicklungen zugleich beitragen. Das Meer zeigt sich bald einer feurigen Fläche ähnlich leuchtend, bald nur da, wo es durch Schiffe oder Ruder in Bewegung gesetzt wird, bald zeigt es in der Tiefe einzelne leuchtende Stellen. Das allgemeine Leuchten großer Flächen wird durch viele zum Theil mikroscopische Thiere veranlaßt, zu welchen namentlich die Medusa scintillans und mehrere kleine krebsartige Thiere beitragen; das Leuchten in der Tiefe rührt von größern Medusen her; außer diesen leuchtenden Thieren scheint aber das Meerwasser unter gewissen Verhältnissen, auch überhaupt durch die ihm beigemischten faulenden thierischen und vegetabilischen Stoffe leuchtende Eigenschaften zu erhalten.

---

3. Von der Elektricität.

Begriffsbestimmung.

§. 115. Wir verstehen unter Elektricität eine elastische unwägbare Flüssigkeit, welche allgemein in der Natur verbreitet ist, und sich als aus zwei verschiedenen Flüssigkeiten zusammengesetzt betrach-

ten läßt, welche die Benennung **positiver** und **negativer** Elektricität erhielten.

Ihre vorzüglichsten Eigenschaften sind: 1) Anziehung und Abstoßung anderer Körper selbst auf bedeutende Entfernungen; 2) schnelle Ausbreitung auf und durch solche Substanzen, die für sie durchgänglich sind, welche man Leiter der Elektricität nannte, wie Metalle; 3) festes Anhängen an andere Substanzen ohne beträchtliche Ausbreitung, die **Nichtleiter** oder **Isolatoren** für Elektricität genannt werden, wie Glas, Harz; 4) wechselseitiges Hervorrufen beider Elektricitäten und eigenthümliches Verhalten derselben gegen einander: Beide geben ihre Gegenwart durch kein Zeichen zu erkennen, so lange sie mit einander in Verbindung sind, äußern sich aber sogleich, so wie die eine oder andere durch irgend eine Ursache aus dem gebundenen Zustand frei hervortritt; beide ziehen sich wechselseitig an, und vereinigen sich schnell; sie thun dieß unter Geräusch, Entwicklung von Licht und Wärme, Verbreitung eines eigenthümlichen schwefelphosphorartigen Geruchs und durch Brechung der die Vereinigung etwa hindernden Isolatoren, wenn sie in einiger Menge angehäuft sind und zu einander geleitet werden. Sich selbst aber stößt jede einzelne dieser Elektricität zurück.

a) Werden kleinen leichten Körpern ungleichartige Elektricitäten +E und —E mitgetheilt, so ziehen sie sich an, werden ihnen gleichartige mitgetheilt +E und +E oder —E und —E, so stoßen sie sich ab; es beruht hierauf die Einrichtung aller Elektrometer und Elektroscope.

b) Leiter der Elektricität sind: die Metalle, ausgebrannte Kohle, Säuren, Erze, Wasser, Schnee, Rauch, Dampf, die meisten Salze, Alkohol und Aetherdunst, lebende Thiere und Pflanzen; zu den unvollkommnern Leitern oder Halbleitern gehören feuchte Luft, verdünnte Luft, die meisten Erden und Steine, Holz, Stroh; Nichtleiter sind Harze überhaupt, Siegellack, Bernstein, Schwefel, Wachs, Gagat, Glas, Talk, Diamant und alle durchsichtigen Edelsteine, Seide, Wolle, Haare, Federn, trocknes Papier, Pergament, Leder, trockne Luft, gedörrtes Holz und trockne Pflanzentheile überhaupt, Porzellan, Marmor, einige kiesel- und thonerdige Steine, trockne Kreide, Kalk, Eis bei — 8° R, trockne Metalloxyde, Oele. Viele Körper verlieren ihre nichtleitende Kraft und werden zu Leitern, wenn sie nur der feuchten Luft ausgesetzt werden; mehrere werden auch durch starkes Erhitzen zu Leitern, wie geschmolzenes Harz, Wachs. Die verschieden leitende Kraft der Körper für Elektricität ist sehr bei Errichtung von Blitzableitern zu berücksichtigen.

(Nach der dualistischen Ansicht wird das elektrische Fluidum Erscheinung für uns durch Trennung oder Spaltung in zwei Gegensätze +E und —E und verschwindet der sinnlichen Wahrnehmung wieder durch gegenseitige Wiedervereinigung oder Vernichtung — jenes wird die elektrische Vertheilung, (Polarisirung), dieses die Ausgleichung genannt.

Diesem nach sind gute Elektricitätsleiter solche Körper, welche die elektrische Vertheilung leicht und sehr leicht gestatten, aber auch eben so leicht die Wiederausgleichung, wie (vergleichsweise!) eine, durch einen starren Körper zertheilte Flüssigkeit, mit dem Zurückziehen des Körpers, wieder zusammenfließt. Es verschwindet also die elektrische Thätigkeit an ihnen eben so schnell wieder, als sie erweckt wird, sie kann zu keiner dauernden Erscheinung gebracht werden und die Fortpflanzung der E durch sie ist eben nur eine Ausgleichung zwischen zwei entgegengesetzten E E mittelst ihrer leichten Polarisirung, wie etwa Wasser von einer schiefen Fläche leichter auf der vorgezeichneten feuchten Straße, als auf den trocknen Stellen abfließt.

Nichtleiter sind also solche Körper, welche die elektrische Vertheilung und Wiederausgleichung gleich schwer gestatten, an denen selbst, stellenweise, die durch Reibung und Erwärmung erweckte E gleich Atmosphären haftet, folglich dauernd sich erhalten läßt und zur Erscheinung gebracht werden kann, sowohl an ihnen selbst, wie an den Leitern, wenn diese durch sie isolirt werden. Leiter werden durch Annäherung eines elektrischthätigen Körpers, schon in der Ferne, zur elektrischen Mitthätigkeit aufgefordert; so kann auch, unter günstigen Umständen, eine lange Barometerröhre, durch Annäherung eines elektrischen Körpers, stellenweise + und stellenweise — elektrisch gemacht werden. K.)

Verschiedenheit beider Elektricitäten.

§. 116. Franklin glaubte, den Unterschied beider Elektricitäten in einem Mangel und Ueberschuß der Elektricität suchen zu können, und nannte deßwegen die eine positive, die andere negative E; erst spätere Untersuchungen zeigten, daß diese Vorstellungsweise unrichtig ist, daß vielmehr beide Elektricitäten an sich von verschiedener Art sind, wovon jede in einzelnen Körpern in bedeutender Menge angehäuft sein kann; die von Franklin angenommenen Benennungen wurden demungeachtet bis jetzt beibehalten; man hat sich jedoch dabei nie Vermögen und Mangel, sondern immer zwei entgegengesetzte Größen vorzustellen.

Beide Elektricitäten unterscheiden sich:

1) Durch ihr verschiedenes Licht; läßt man + E aus einer etwas stumpfen Spitze ausströmen, so bildet sich ein oft mehrere Zoll langer röthlich-blauer Lichtbüschel; strömt — E aus derselben Spitze aus, so zeigt sich blos ein leuchtender Punkt.

2) Durch den Geschmack. Läßt man + E aus einer Spitze auf die Zunge strömen, so bemerkt man einen säuerlichen, bei — E dagegen einen mehr brennenden, beinahe alkalinischen Geschmack.

3) Durch die Figuren, welche auf elektrische Körper fallende Pulver bilden; läßt man aus einem Körper etwa durch eine Spitze + E auf einen nicht geriebenen Harzkuchen übergehen und überpulvert dann die Stelle, wo diese Elektricität übergegangen ist, mit einem feinen Pulver (etwa mit Semen lycopodii), so ordnet sich der

ten läßt, welche die Benennung **positiver** und **negativer** Elektricität erhielten.

Ihre vorzüglichsten Eigenschaften sind: 1) Anziehung und Abstoßung anderer Körper selbst auf bedeutende Entfernungen; 2) schnelle Ausbreitung auf und durch solche Substanzen, die für sie durchgänglich sind, welche man Leiter der Elektricität nannte, wie Metalle; 3) festes Anhängen an andere Substanzen ohne beträchtliche Ausbreitung, die **Nichtleiter** oder **Isolatoren** für Elektricität genannt werden, wie Glas, Harz; 4) wechselseitiges Hervorrufen beider Elektricitäten und eigenthümliches Verhalten derselben gegen einander: Beide geben ihre Gegenwart durch kein Zeichen zu erkennen, so lange sie mit einander in Verbindung sind, äußern sich aber sogleich, so wie die eine oder andere durch irgend eine Ursache aus dem gebundenen Zustand frei hervortritt; beide ziehen sich wechselseitig an, und vereinigen sich schnell; sie thun dieß unter Geräusch, Entwicklung von Licht und Wärme, Verbreitung eines eigenthümlichen schwefelphosphorartigen Geruchs und durch Brechung der die Vereinigung etwa hindernden Isolatoren, wenn sie in einiger Menge angehäuft sind und zu einander geleitet werden. Sich selbst aber stößt jede einzelne dieser Elektricität zurück.

a) Werden kleinen leichten Körpern ungleichartige Elektricitäten $+E$ und $-E$ mitgetheilt, so ziehen sie sich an, werden ihnen gleichartige mitgetheilt $+E$ und $+E$ oder $-E$ und $-E$, so stoßen sie sich ab; es beruht hierauf die Einrichtung aller Elektrometer und Elektroscope.

b) Leiter der Elektricität sind: die Metalle, ausgebrannte Kohle, Säuren, Erze, Wasser, Schnee, Rauch, Dampf, die meisten Salze, Alkohol und Aetherdunst, lebende Thiere und Pflanzen; zu den unvollkommnern Leitern oder Halbleitern gehören feuchte Luft, verdünnte Luft, die meisten Erden und Steine, Holz, Stroh; Nichtleiter sind Harze überhaupt, Siegellack, Bernstein, Schwefel, Wachs, Gagat, Glas, Talk, Diamant und alle durchsichtigen Edelsteine, Seide, Wolle, Haare, Federn, trocknes Papier, Pergament, Leder, trockne Luft, gedörrtes Holz und trockne Pflanzentheile überhaupt, Porzellan, Marmor, einige kiesel- und thonerdige Steine, trockne Kreide, Kalk, Eis bei $-8°$ R, trockne Metalloxyde, Oele. Viele Körper verlieren ihre nichtleitende Kraft und werden zu Leitern, wenn sie nur der feuchten Luft ausgesetzt werden; mehrere werden auch durch starkes Erhitzen zu Leitern, wie geschmolzenes Harz, Wachs. Die verschieden leitende Kraft der Körper für Elektricität ist sehr bei Errichtung von Blitzableitern zu berücksichtigen.

(Nach der dualistischen Ansicht wird das elektrische Fluidum Erscheinung für uns durch Trennung oder Spaltung in zwei Gegensätze $+E$ und $-E$ und verschwindet der sinnlichen Wahrnehmung wieder durch gegenseitige Wiedervereinigung oder Vernichtung — jenes wird die elektrische Vertheilung, (Polarisirung), dieses die Ausgleichung genannt.

Diesem nach sind gute Elektricitätsleiter solche Körper, welche die elektrische Vertheilung leicht und sehr leicht gestatten, aber auch eben so leicht die Wiederausgleichung, wie (vergleichsweise!) eine, durch einen starren Körper zertheilte Flüssigkeit, mit dem Zurückziehen des Körpers, wieder zusammenfließt. Es verschwindet also die elektrische Thätigkeit an ihnen eben so schnell wieder, als sie erweckt wird, sie kann zu keiner dauernden Erscheinung gebracht werden und die Fortpflanzung der E durch sie ist eben nur eine Ausgleichung zwischen zwei entgegengesetzten E E mittelst ihrer leichten Polarisirung, wie etwa Wasser von einer schiefen Fläche leichter auf der vorgezeichneten feuchten Straße, als auf den trocknen Stellen abfließt.

Nichtleiter sind also solche Körper, welche die elektrische Vertheilung und Wiederausgleichung gleich schwer gestatten, an denen selbst, stellenweise, die durch Reibung und Erwärmung erweckte E gleich Atmosphären haftet, folglich dauernd sich erhalten läßt und zur Erscheinung gebracht werden kann, sowohl an ihnen selbst, wie an den Leitern, wenn diese durch sie isolirt werden. Leiter werden durch Annäherung eines elektrischthätigen Körpers, schon in der Ferne, zur elektrischen Mitthätigkeit aufgefordert; so kann auch, unter günstigen Umständen, eine lange Barometerröhre, durch Annäherung eines elektrischen Körpers, stellenweise + und stellenweise — elektrisch gemacht werden. K.)

Verschiedenheit beider Elektricitäten.

§. 116. Franklin glaubte, den Unterschied beider Elektricitäten in einem Mangel und Ueberschuß der Elektricität suchen zu können, und nannte deßwegen die eine positive, die andere negative E; erst spätere Untersuchungen zeigten, daß diese Vorstellungsweise unrichtig ist, daß vielmehr beide Elektricitäten an sich von verschiedener Art sind, wovon jede in einzelnen Körpern in bedeutender Menge angehäuft sein kann; die von Franklin angenommenen Benennungen wurden demungeachtet bis jetzt beibehalten; man hat sich jedoch dabei nie Vermögen und Mangel, sondern immer zwei entgegengesetzte Größen vorzustellen.

Beide Elektricitäten unterscheiden sich:

1) Durch ihr verschiedenes Licht; läßt man + E aus einer etwas stumpfen Spitze ausströmen, so bildet sich ein oft mehrere Zoll langer röthlich-blauer Lichtbüschel; strömt — E aus derselben Spitze aus, so zeigt sich blos ein leuchtender Punkt.

2) Durch den Geschmack. Läßt man + E aus einer Spitze auf die Zunge strömen, so bemerkt man einen säuerlichen, bei — E dagegen einen mehr brennenden, beinahe alkalinischen Geschmack.

3) Durch die Figuren, welche auf elektrische Körper fallende Pulver bilden; läßt man aus einem Körper etwa durch eine Spitze + E auf einen nicht geriebenen Harzkuchen übergehen und überpulvert dann die Stelle, wo diese Elektricität übergegangen ist, mit einem feinen Pulver (etwa mit Semen lycopodii), so ordnet sich der

Staub in sternförmige Figuren; bringt man dagegen auf dieselbe Art auf den Harzkuchen — E, so erhält man mehr rundliche Figuren, die sich oft perlenschnurartig an einander reihen.

4) Durch verschiedene chemische Erscheinungen; + E, die aus einer Spitze auf feuchtes Lackmuspapier strömt, verwandelt dessen blaue Farbe in rothe, zum Zeichen, daß eine Säure dabei gebildet wird; überströmende — E giebt ihm dagegen seine blaue Farbe wieder; viele Zersetzungen durch E reihen sich an diese Erscheinung.

5) Durch die Eigenschaft, daß gewisse Körper, wie Glas, durch Reiben mit Wolle immer + E, andere, wie Harze, immer — E auf sich entwickeln; daher man die + E auch Glas-Elektricität, die — E Harz-Elektricität nannte.

6) Durch die merkwürdige Eigenschaft mancher Körper unter gewissen Verhältnissen die eine E leichter, die andere aber schwerer durch sich durchgehen zu lassen.

Erregung der Elektricität durch Reiben.

§. 117. Wenn zwei Körper an einander gerieben oder stark auf einander gestoßen werden, so entwickelt sich immer Elektricität, die sich jedoch nur dann ansammelt, wenn einer der geriebenen Körper ein Nichtleiter ist, oder von Nichtleitern umgeben wird; ist dieses nicht der Fall, so zerstreut sich die entwickelte Elektricität sogleich wieder in die Umgebungen; am besten gelingt dieses daher, wenn Glas, Harz, Schwefel mit Wolle oder Haaren in trocknen Umgebungen gerieben werden.

Bei jedem Reiben entwickeln sich eigentlich immer beide Elektricitäten, ob sich gleich nur eine vorzugsweise ansammelt; wird Glas mit Wolle gerieben, so nimmt das Glas die + E des reibenden Körpers auf, und die — E, welche vorher mit + E in dem reibenden Körper und Glas verbunden war, geht in den reibenden Körper über und verliert sich, wenn er nicht isolirt gehalten wird, in die Umgebungen; wird Harz mit Wolle gerieben, so nimmt umgekehrt das Harz die — E auf und die + E geht in den reibenden Körper über.

(Nach dem Gesetze der Polarität betrachtet, wird jeder der sich reibenden Körper polarisch, d. h. + und — elektrisch zugleich, wie dieses an einem geriebenen Glascylinder nachgewiesen werden kann, folglich auch, der Natur der Sache nach, am Reibezeug der Fall sein muß. Wenn das Glas vorzugsweise an der geriebenen Fläche + elektrisch wird, so bestimmt es den reibenden Körper in allen Punkten der Reibung — elektrisch zu werden; so wie nun eine geriebene Glasröhre an der Außenfläche + an der Innenfläche — elektrisch ist, so kann ja auch jedes Haar des reibenden wollenen Lappens polarischelektrisch gedacht werden, die geringe Dicke eines Haars ist kein Hinderniß einer solchen Annahme, da wir wissen, daß auch das kleinste Eisenfeilspänchen in der mit einem der Pole aufgehobenen Bürste von Eisenfeile — ein vollständiger Magnet ist.

Daß beide sich reibenden Körper die entgegengesetzten EE gegen

einander „austauschen und darein sich theilen sollen" — ist unfehlbar eine gezwungene Erklärung. K.)

Giebt man einem größern geriebenen Körper die Einrichtung, daß sich die auf ihm durch Reiben entwickelte Elektricität in isolirten größern Leitern ansammeln kann, so nennt man dieses eine Elektrisirmaschine.

(Nach der dualistischen Ansicht wird ein isolirter Leiter, z. B. der metallene Conductor einer Elektrisirmaschine, nicht dadurch elektrisch: daß die freie E des geriebenen Glascylinders auf ihn überginge und auf ihn sich ansammelte, sondern dadurch, daß ihm durch die freie + E des Cylinders fortwährend — E entzogen wird, wornach ihm selbst + E übrig bleiben muß, die an ihm, als einem Leiter, der die Ausgleichung leicht gestattet, disponibler ist und in Masse (wenn man sich des Ausdrucks bedienen darf) mit anderweitiger — E sich ausgleicht. K.)

Elektrische Ladung und Condensation.

§. 118. Wird einem Nichtleiter auf der einen Seite freie Elektricität mitgetheilt, so entweicht aus ihm auf der andern Seite, wenn er mit dem Erdboden in Verbindung gebracht wird, eine eben so große Menge gleichartiger Elektricität, welches vorzüglich stärker der Fall ist, wenn die beiden entgegengesetzten Seiten des Nichtleiters mit Metallplatten belegt sind, indem sich die gleichartigen Elektricitäten immer zurückstoßen, während sich die entgegengesetzten anziehen; es sammelt sich daher in diesem Fall durch elektrische Vertheilung auf der einen Seite ein Ueberschuß von + E, auf der andern dagegen ein Ueberschuß von — E an; man nennt dieses das elektrische Laden; werden zwei auf diese Art geladene durch einen Isolator getrennte Flächen wieder in leitende Verbindung mit einander gebracht, so entsteht ein elektrischer Schlag, wobei sich beide Elektricitäten mit Heftigkeit, oft mit Licht- und Wärmeentwicklung vereinigen und ins Gleichgewicht setzen. Auf dieser Eigenschaft der Leiter, sich unter diesen Bedingungen mit entgegengesetzten Elektricitäten zu laden, beruht die Einrichtung vieler elektrischen Werkzeuge, namentlich der elektrischen Flaschen, des Elektrophors und des Elektricitätssammlers oder Condensators. Der letztere besteht aus zwei ebenen durch einen dünnen isolirenden Körper von einander getrennten kleinen Metallscheiben, von welchen die eine mit einem Elektrometer in Verbindung steht; kleine Mengen von Elektricität, die außerdem nicht auf das Elektrometer wirken würden, lassen sich dadurch in einen kleinen Raum versammeln, namentlich kann man durch dieses Instrument die oft sonst nicht bemerkbare Erregung schwacher Elektricitäten bei chemischen Arbeiten entdecken.

(Auch die Ansicht dürfte unhaltbar sein: „daß von der entgegengesetzten Seite eines Nichtleiters eben so viel gleichartige E entweiche, als ihm von der anderen Seite mitgetheilt werde." Es wird ihm nicht E mitgetheilt, er wird zur elektrischen Mitthätigkeit aufgefordert und er wird an der einen Seite + an der anderen —

elektrisch sein. Ist ein solcher Nichtleiter, z. B. die Wandung einer Verstärkungsflasche auf beiden Seiten mit Zinnfolie belegt; so werden beide Belege um so leichter von der polarisch-elektrischen Glaswand in die elektrische Mitthätigkeit versetzt werden, als sie gute Elektricitätsleiter sind, d. h. als in ihnen die elektrische Vertheilung leicht hervorgerufen werden kann. Es wird folglich, wenn dem innern Beleg der Kleistischen Flasche fortwährend durch das freie + E des Conductors, das — E entzogen wird, folgende polare Spannung statt finden müssen:

äußere Beleg:	Metall.	Glas.	Metall.	innere Beleg:
	+ —	+ —	+	

Das, durch Entziehung des — E frei gewordene + E des innern Belegs beschäftiget oder fesselt das von ihm erweckte — E der Glaswand, deren + E, (welches nothwendig vorhanden sein muß, da keine E ohne die andere gedacht werden kann! —) das — E des von ihm gleicherweise polarisirten äußeren Belegs beschäftiget. Wir haben also 2 elektrische Magnete hinter einander.

Wird nun dem unbeschäftigten + E des äußeren Belegs Gelegenheit zur Ausgleichung mit anderem — E gegeben, so wird folgender elektrischer Zustand eintreten:

äußere Beleg:	Metall.	Glas.	Metall.	innere Beleg:
	— E	+ E — E	+ E	

und beide freie E E des äußeren und innern Belegs, + und —, werden sich schnell und in Masse ausgleichen, wenn ihnen die Gelegenheit durch einen Leiter (Auslader) geboten wird.

Da nun in Nichtleitern die polare Spannung länger andauert, wie sie schwerer hervorzurufen ist; so wird diese in der Glaswand der Verstärkungsflasche noch fortdauernde elektrische Spannung beide Belege von neuem polarisiren und diese werden einen oder mehre, aber viel schwächere Funken noch nachgeben, die man irrigerweise das Residuum (den Rückstand) genannt hat, denn ein Rückstand von E kann an einem Leiter nie statt finden, nach dem Begriff, den wir von einem Leiter haben.

Das Gleiche findet auch statt am Elektrophor, denn ein Naturgesetz ist eben darum ein solches, weil es überall sich gleich bleibt. Die geriebene oder gepeitschte Fläche des Harzkuchens wird — elektrisch, folglich, (da an Einem Körper die eine E ohne die andere nicht vorhanden sein kann) muß die entgegengesetzte + elektrisch sein und beide Flächen werden, wenn sie mit guten Leitern in Berührung sind, diese polarisiren, m. a. W. entgegengesetzt oder mit zwei E E elektrisch machen können. Es wird also, wenn der metallene Deckel auf den gepeitschten Kuchen gelegt ist, folgender elektrische Zustand statt finden:

Deckel	— +	ein Leiter.
Kuchen	— +	ein Nichtleiter.
Basis	— +	ein Leiter.

Wird nun, durch einen Leiter, dem — E des Deckels und dem + E der Basis Gelegenheit zur Ausgleichung geboten, während das + E des Deckels vom — E des Kuchens fest gehalten und das — E der Basis vom + E des Kuchens beschäftiget wird; so wird, mit dem Abheben des Deckels, auch dessen freies und isolirtes + E abgehoben werden und mit einem anderen Leiter einen Funken geben, aus dem es ohne Schwierigkeit die ihm entgegengesetzte E durch Polarisation hervorruft. Würde aber das — E des Deckels nicht entfernt worden sein, so würde es unmerklich mit dessen + E, bei dem Abheben des Deckels, gleichsam zusammenfließen.

Daß dem isolirten Leiter eines Condensators bei jeder Berührung mit einem elektrischthätigen Körper ein verhältnißmäßiger Theil der entgegengesetzten E entzogen wird, (— E wenn der berührende Körper + elektrisch und umgekehrt, wenn er — elektrisch ist,) daß folglich die übrigbleibende E in demselben Maaße in ihm sich ansammeln müsse, in welchem ihm jene entzogen wird, das ist von selbst klar: durch 100maliges Entziehen einer kleinen Menge von — E muß das + E in ihm eine 100malige Stärke erreicht haben und zur Erscheinung werden, was $\frac{1}{100}$ nicht sein konnte. K.)

Elektricitätserregung durch Temperaturveränderungen. (Thermo-Elektricität).

§. 119. Mehrere krystallisirte Körper des Mineralreichs (mehrere Arten von Turmalin, der Mesotyp, Topas, Prehnit u. a.) zeigen die Eigenheit, beim Erwärmen an ihren entgegengesetzten Enden entgegengesetzt elektrisch zu werden und beim Abkühlen die entgegengesetzte Elektricität zu erhalten; so daß immer die Punkte eines Krystalls, welche beim Erwärmen + E erhalten, beim Erkalten — elektrisch werden und umgekehrt. Die entgegengesetzten Elektricitäten häufen sich immer an zwei oder mehreren sich entgegengesetzten Punkten des Krystalls am stärksten an, die elektrischen Achsen fallen mit den Krystallachsen zusammen. Die beiden entgegengesetzten elektrischen Punkte nennt man elektrische Pole und solche Körper überhaupt elektrisch-polarische. An diese Erscheinungen reihen sich die weiter unten §. 128. zu erwähnenden thermoelektrischen Erscheinungen bei Metallen.

Elektricitätserregung bei Formveränderungen der Körper, beim Schmelzen, Erstarren, Verdampfen.

§. 120. Verschiedene Körper entwickeln beim Uebergang vom Flüssigen in festen Zustand deutliche Zeichen von E; wobei die er-

starrenden Körper gewöhnlich + E erhalten; beim Erhärten von Schwefel, Wachs, Talg, vorzüglich bei Chokolade ist dieses oft sehr bedeutend. Grotthus beobachtete selbst, daß Wasser, welches man in einer elektrischen Ladungsflasche schnell gefrieren läßt, schwach + elektrisch wird, und dagegen beim schnellen Aufthauen schwache — E entwickelt. Bilden sich bei chemischen Operationen Dämpfe, so bemerkt man oft, daß das isolirt stehende Gefäß, aus welchem die Dämpfe aufsteigen, — elektrisch wird, während die Dämpfe selbst + elektrisch werden; man beobachtet solche Elektricitätsentwicklungen namentlich beim Auflösen von Eisenfeile in verdünnter Schwefelsäure, wobei sich Wasserstoffgas entwickelt; beim Auflösen von Kreide in dieser Säure, wobei Kohlensäure entweicht; beim Auflösen von Eisenfeile in Salpetersäure, wobei sich Salpetergas entwickelt; bei feuchtem Holz, welches man auf Kohlen unter Entwicklung von Rauch und Dampf auf einer isolirten Metallplatte verbrennen läßt; ähnliche elektrische Erscheinungen bemerkt man auch bei Condensirung der Dämpfe und Gasarten.

a) Auch in der atmosphärischen Luft, wo immer Verbindungen und Formveränderungen zwischen Wasser, Luft und Wärme vorgehen, spielt daher die Elektricität eine wichtige Rolle, sie ist bei Bildung der Nebel, Regen, Schnee, Schloßen immer gegenwärtig, sie erreicht bei Gewittern oft eine ausgezeichnete Stärke; in einem besondern Abschnitt wird weiter unten von diesen Verhältnissen näher die Rede sein.

Erregung der Elektricität durch Berührung, oder galvanische Elektricität.

§. 121. Werden zwei isolirte verschiedenartige Körper mit einander in Berührung gebracht und dann von einander getrennt, so entsteht in ihnen eine eigenthümliche elektrische Vertheilung, wobei der eine Körper positiv, der andere negativ-elektrisch wird; man nannte diese Elektricitätserregung auch, von ihrem Entdecker Galvani, galvanische Elektricität, oder Galvanismus. Die Größe und Art dieser Elektricitätserregung steht mit der chemischen Natur und Verwandtschaft der sich berührenden Körper in genauer Beziehung. Gewöhnlich ist die Spannung der Elektricität desto stärker, je heterogener die Stoffe sind; unter den Metallen und brennbaren Stoffen überhaupt werden immer bei der Berührung diejenigen + elektrisch, deren Oxyde zu den Säuren im Allgemeinen die größte Verwandtschaft besitzen, während die andern dagegen — elektrisch werden. Am besten eignen sich zu diesen Versuchen Zink und Kupfer, Zink und Silber, wobei das Zink immer +, das Kupfer oder Silber — elektrisch wird. Sämmtliche Stoffe der Natur lassen sich in dieser Beziehung in einer Reihe aufführen, wo jedes Glied in Berührung mit den vorhergehenden +, mit den folgenden — elektrisch wird; die häufiger verbreiteten Metalle kommen in dieser Beziehung nach Berzelius in folgender Ordnung: Gold, Platin, Silber, Kupfer, Kobalt, Wißmuth, Zinn, Blei, Eisen, Zink, Mangan, die ver-

schiedenen Erdmetalle, den Beschluß machen das Natron und Kalimetall oder Sodium und Potassium.

Elektrische Säule.

§. 122. Legt man mehrere Plattenpaare sich entgegengesetzt verhaltender Metalle, wie Zink und Kupfer, in derselben Ordnung über einander und trennt die einzelnen Paare immer durch zwischengelegte Halbleiter, wozu man sich gut der Schriben von Tuch oder Pappe bedienen kann, die mit einer Auflösung von Kochsalz in Essig getränkt worden sind, so erhält man eine sogenannte elektrische oder galvanische Säule, welche auch, von ihrem Erfinder Volta, voltaische Säule genannt worden ist. Die Stärke einer solchen Säule nimmt mit Zunahme der Zahl und Größe der Platten immer mehr zu, die stärkste elektrische Spannung zeigen ihre beiden Enden, welche deßwegen auch ihre Pole genannt werden; das Zinkende zeigt immer die + E, das Silber- oder Kupferende die — E. Setzt man beide Pole durch einen leitenden Körper mit einander in Verbindung, so erhält man zwischen beiden einen anhaltenden elektrischen Strom, der sich beim Leiten durch den belebten thierischen Körper durch Zusammenziehen der Muskeln und ein eigenthümliches Gefühl, und bei größern Säulen durch heftige Schläge, Funkensprühen und die stärksten elektrischen Erscheinungen überhaupt zu erkennen giebt.

a) Die elektrische Säule gehört zu den wichtigsten chemischen Werkzeugen, durch welche in neuern Zeiten so viele Entdeckungen gemacht wurden. Man hat viele Abänderungen derselben, theils stehende, theils liegende, wovon letztere auch Trogapparate genannt wurden; als eine ihrer Abänderungen verdient hier noch die trockene elektrische oder zambonische Säule erwähnt zu werden. Sie besteht aus Scheibchen von Gold und Silberpapier von etwa 1 Zoll Durchmesser, die zu mehreren Hunderten in einer Glasröhre auf einander geschichtet werden; das Papier vertritt hier die Stelle des Halbleiters; diese Säulen entwickeln zwar schwach, aber sehr gleichförmig die entgegengesetzten Elektricitäten an ihren Polen; man bedient sich ihrer daher auch in Verbindung mit empfindlichen Elektrometern, um sogleich die Art der Elektricität bei feinen chemischen Untersuchungen zu erkennen. Stellt man 2 solcher Säulen von einigen Tausend Metallscheibchen, mit ihren entgegengesetzten Polen, in geringer Entfernung von einander auf, und hängt zwischen beide Pole einen leichten Körper, so kommt dieser in eine anhaltend schwingende Bewegung; man nannte dieses auch das elektrische Perpetuum mobile.

Chemische Zerlegungen durch Elektricität.

§. 123. Die elektrischen Erscheinungen dieser Säulen sind desto stärker, je leichter und schneller die Flüssigkeit, welche den Halbleiter zwischen beiden Metallen bildet, zersetzt wird; Säulen, deren Halbleiter blos mit Wasser getränkt werden, sind weit weniger wirksam,

als solche, bei welchen dieses mit in Wasser gelöstem Kochsalz geschieht. Untersucht man nach einiger Zeit die leitenden Flüssigkeiten solcher Säulen, so zeigen sie sich höchst merkwürdig verändert. Das Wasser zerlegt sich dabei in Sauerstoff und Wasserstoff, das Kochsalz in Natron und Salzsäure; an der Zinkseite oder dem + Pol jedes Plattenpaares sammelt sich die Säure und der Sauerstoff, an der Kupferseite oder dem — Pol der Wasserstoff und das Natrum an. Sobald sich alles Natrum an der einen, und alle Säure an der andern Seite angesammelt hat, so hört die Wirksamkeit der Säule auf.

a) Auf der Elektricitätserregung durch sich berührende Metalle beruht die in neuern Zeiten von Davy in Anwendung gebrachte Beschützung des Kupferbeschlags großer Schiffe durch Zinkstreifen; das Kupfer wird dadurch gegen Oxydation und schnellere Zerstörung geschützt. Nach Traills Versuchen läßt sich hiezu mit demselben Erfolg weiches Eisen anwenden, wenn man $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{125}$ desselben stellenweise auf das Kupfer anbringt.

Werden beide Pole der Säule durch einen Leiter in Verbindung gesetzt, und in diesen elektrischen Strom der Säule ein zusammengesetzter Körper gebracht, so wird er auf dieselbe Art durch den elektrischen Strom zerlegt, die engsten chemischen Verbindungen werden dadurch aufgehoben, selbst Stoffe, welche man lange Zeit für einfach hielt, wie die Erden und Alkalien, lassen sich dadurch in ihre Grundbestandtheile zerlegen. Bei diesen Zerlegungen sammeln sich Sauerstoff, Chlor und die Säuren immer am Zink oder + Pol; die Alkalien, Erden und Metalle am Kupfer oder — Pol; bei zusammengesetzten Körpern sammelt sich am + Pol immer derjenige Stoff, der die geringste Affinität gegen Sauerstoff und Chlor besitzt, und welcher diesen Stoffen in seinen chemischen Verhältnissen am ähnlichsten ist. Da sich bei elektrischen Anziehungen sonst immer die entgegengesetzten elektrischen Stoffe anziehen, und die gleichnamigen abstoßen; so kann man daher die um den + Pol der Säule sich ansammelnden Stoffe Sauerstoff und Säuren elektronegative, und die am — Pol sich ansammelnden elektropositive Stoffe nennen, Benennungen, welche zuerst Davy gebrauchte.

a) Werden durch Wasser, das in einer Vförmig gebogenen Glasröhre enthalten ist, 2 Platindrähte geleitet, und sich mit ihren Endspitzen so genähert, daß sie noch einige Linien weit von einander abstehen, so bildet sich an der negativen Oberfläche des Drahts Wasserstoffgas, an der positiven Sauerstoffgas in vielen Bläschen, und bei fortgesetzter Wirksamkeit der Säule läßt sich auf diese Art alles Wasser zerlegen; nimmt man statt Platindraht einen Kupferdraht, so zersetzt sich am positiven Draht das Kupfer zu Kupferoxyd, indem sich der freiwerdende Sauerstoff sogleich mit dem Kupfer verbindet, und nur am negativen Draht erscheint das Wasserstoffgas.

b) Bringt man statt bloßes Wasser eine Salzauflösung, etwa

Gyps oder Bittersalz in den Kreis der Säule, so wird das Salz zerlegt, die Säure sammelt sich am positiven Draht, die Erde oder das Alkali am negativen.

c) Entfernt man die beiden Endpunkte der Drähte auch bedeutender und bringt zwischen beide einen andern Zwischenkörper, etwa eine thierische Blase; so findet auch in diesem Fall die Zerlegung noch statt, sobald der elektrische Strom einen Leiter zwischen beiden Polen findet; die zerlegten Stoffe werden in diesem Fall durch den elektrischen, selbst durch Häute hindurch zu den entsprechenden Polen geführt.

d) Fleisch wird am positiven Pol hochroth gefärbt, am negativen entfärbt, bei fortgesetzter Einwirkung der Säule zeigt sich um den + Pol mehr eine fettartige, um den — Pol mehr gallertartige Substanz; am erstern Pol entwickelt sich zugleich etwas Salzsäure, am letztern Ammonium.

Verbindungen durch Elektricität.

§. 124. Alle Körper, welche sich chemisch mit einander verbinden, entwickeln auch bei ihrer Berührung mit einander entgegengesetzte Elektricität, woraus es, außer dem schon oben Angeführten, gleichfalls wahrscheinlich wird, daß Elektricität und chemische Verwandtschaft der Körper in inniger Beziehung zu einander stehen. Werden 2 Glasplatten entgegengesetzt elektrisch gemacht, so hängen sie stark zusammen, wenn man die + elektrische Fläche mit der — elektrischen Fläche in Berührung bringt.

Das plötzliche Zusammentreten vorher getrennter entgegengesetzter Elektricitäten veranlaßt häufig Entzündung der am Vereinigungspunkt befindlichen brennbaren Stoffe; man bedient sich daher oft des elektrischen Funkens zur Verpuffung verschiedener Luftarten, namentlich zur Entzündung des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoffgas im voltaischen Eudiometer; auch Weingeist, Colophonium, Schießpulver und andere Körper lassen sich so durch elektrische Schläge entzünden; in den meisten dieser Fälle scheint die Elektricität durch die Feuerentwicklung zu wirken, die sich schnell aufs innigste den umgebenden Körpern mittheilt.

Elektricitätserregung durch organisch-chemische Processe.

§. 125. Mehrere Fische haben die merkwürdige Eigenschaft, elektrische Schläge zu ertheilen, wenn man sie mit der bloßen Hand oder durch elektrische Leiter berührt; vorzüglich stark sind diese Schläge, wenn die Berührung an 2 Punkten ihres Körpers zugleich geschieht, die jedoch eine bestimmte Stelle einnehmen. Die Schläge sind bei manchen dieser Thiere so bedeutend, daß andere Thiere, die sich ihnen nähern, dadurch gelähmt und selbst getödtet werden können. Solche elektrische Fische sind der Zitteraal (Gymnotus electricus), Zitterrochen (Raja Torpedo), Zitterwels (Silurus electricus) u. a. m. Untersucht man diese Fische näher, so besitzen sie eigene mit vielen Nerven und Blutgefäßen versehene Organe von zelligem Bau, in

welchen sich diese Elektricität entwickelt, die man deswegen auch elektrische Organe genannt hat, und mit elektrischen Säulen zu vergleichen suchte.

Die Art, wie sich in diesen Organen die Elektricität entwickelt, ist jedoch noch sehr räthselhaft; auf jeden Fall hat ihr Nervensystem unmittelbar hierauf bedeutenden Einfluß, sie können sich in einem Augenblick laden und entladen, welches selbst von ihrer Willkühr abhängt; sie geben zuweilen keine, und dann wieder sehr heftige Schläge, die sie alle 2 bis 3 Secunden wiederholen können; ihre elektrische Kraft vermindert sich, wenn sie in kurzer Zeit zu viele Schläge geben, sie nimmt schnell ab, wie sich ihre Lebenskräfte vermindern, im Tod ist nichts mehr davon zu bemerken.

---

4. Vom Magnetismus oder magnetischen Fluidum.

Begriffsbestimmung.

§. 126. Man versteht unter magnetischem Fluidum die Kraft, welche einem Eisen die Eigenschaft mittheilt, anderes Eisen anzuziehen, sich mit der einen Seite nach dem Nordpol, mit der andern nach dem Südpol zu wenden, sich mit dem erstern dieser Pole in der nördlichen, mit dem zweiten in der südlichen Halbkugel zu neigen, und an gewissen dem Aequator meist nahe liegenden Theilen der Erde mehr horizontal zu stellen, mit dem nördlich gekehrten Ende eines solchen magnetischen Eisenstabs das südlich gekehrte eines andern anzuziehen, und das nördlich gekehrte dagegen abzustoßen u. s. w. Man nennt ein solches magnetisches Eisen auch selbst Magnet, und, wenn es eine mehr nadelförmige Form besitzt, Magnetnadel. Das nach Norden gerichtete Ende der Nadel wird in Deutschland gewöhnlich der Nordpol, oder + M, das andere auch der Südpol oder — M genannt; französische Naturforscher kehrten in neuern Zeiten diese Benennungen, der Analogie mit andern polarisch wirkenden elastischen Flüssigkeiten nach, um, und nannten das nach Norden sehende Ende der Nadel ihren Südpol, das andere ihren Nordpol. Abweichung einer Magnetnadel heißt ihre Ablenkung vom Meridian, Neigung ihre Ablenkung von der horizontalen Stellung.

a) Die meisten Erscheinungen des Magnetismus gehören zwar mehr in das Gebiet der Physik; die wichtigen Entdeckungen der neuern Zeit über die wechselseitigen Beziehungen, in welcher die chemischen, elektrischen und magnetischen Erscheinungen der Körper mit einander stehen, erfordern jedoch, auch diese Verhältnisse hier zu berühren, so weit sie von allgemeinerem Interesse sind.

Vom Elektromagnetismus.

§. 127. Wenn man den elektrischen Strom einer galvanischen Säule, durch einen dünnen Metalldraht von Silber, Kupfer, Pla-

tine oder überhaupt von einem Metall, welches auf die Magnetnadel sonst keine Einwirkung hat, parallel über eine ruhig stehende Magnetnadel hinführt, so erleidet diese plötzlich eine Ablenkung, eine Entdeckung, welche erst vor wenigen Jahren von Oersted gemacht wurde; leitet man diesen elektrischen Strom auf dieselbe Art über Nadeln von Silber oder Kupfer, so zeigt sich auf diese keine Einwirkung, zum Zeichen, daß diese Ablenkung nicht etwa Folge einer gewöhnlichen elektrischen Anziehung, sondern wirklich einer Einwirkung der Elektricität auf den Magnetismus des Eisens ist; hemmt man die elektrische Strömung, indem man die Kette der galvanischen Säule unterbricht, oder vermindert man nur deren Geschwindigkeit, indem man die Pole durch schlechte Leiter in Verbindung bringt, so hört zugleich alle Einwirkung auf die Magnetnadel auf, oder vermindert sich wenigstens bedeutend. Was die Sache vorzüglich merkwürdig macht, ist, daß die Richtungen, nach welchen die Ablenkungen der Magnetnadel erfolgen, verschieden sind, je nachdem man den vom Zink- zum Kupferpol gehenden elektrischen Strom in der Richtung vom Nord- zum Südpol der Nadel, oder in einer dieser entgegengesetzten Richtung, vom Süd- zum Nordpol über sie hinführt; die Ablenkungen der Nadel sind sich je nach diesen Richtungen immer entgegengesetzt; kehrt man das Gesicht nach der Mitte der ruhig im magnetischen Meridian stehenden Nadel, so kehrt sich diese in dem einen Fall westlich, in dem andern Fall östlich. Läßt man den Strom horizontal parallel neben der Nadel hingehen, so wird sie nicht nach der Seite abgelenkt, sondern sie verliert ihre horizontale Richtung, ihr Südpol richtet sich in dem einen Fall nach oben, in dem andern Fall nach unten. Die wahre Richtung der ablenkenden Kraft geht immer senkrecht auf den Hauptstrom. — Werden, nach Ampere's Versuchen, 2 elektrische Ströme neben einander vorbeigeführt, so äußern sie eine ähnliche anziehende und abstoßende Kraft auf einander; sie ziehen sich an, wenn sie nach derselben Richtung gehen, stoßen sich dagegen ab, wenn sie nach entgegengesetzter Richtung laufen. — Man kann sich zur Erklärung dieser Erscheinungen vorstellen, daß aus dem, den elektrischen Strom leitenden Draht anhaltend eine Kraft ausströme, die sich in einer drehenden Bewegung um die Achse des Leitungsdrahts der Richtung des Stroms entsprechend hinzieht, und dadurch erst ein Ablenken von rechts nach links, wenn der Draht sich über der Nadel befindet, von unten nach oben, wenn er rechts ist, von links nach rechts, wenn er unten ist, und endlich von oben nach unten, wenn er links ist, veranlasse.

a) Die Erdkugel läßt sich in Ansehung ihrer magnetischen Wirkungen als ein großer Magnet ansehen, deren richtende Kraft auf die Magnetnadel sehr mannigfaltig durch Wärme, Elektricitätsentwicklungen und die anhaltend in unserer Atmosphäre vor sich gehenden chemischen Veränderungen verändert wird, wodurch die täglichen periodischen, nach Jahreszeiten so ver-

schiedenen Veränderungen der Abweichung der Magnetnadel veranlaßt zu werden scheinen.

Elektromagnetischer Multiplicator.

§. 128. Diese merkwürdigen Ablenkungen der Magnetnadel durch elektrische Strömungen gaben zur Entdeckung des Galvanometers oder elektrischen Multiplicators Veranlassung, welcher hier in sofern einer Erwähnung verdient, als dieses Instrument von allen Elektroskopen das empfindlichste und bequemste ist; sein Entdecker ist Schweigger. Er besteht aus einem feinen Metalldraht von 120 bis 150 Fuß Länge und $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ Linie Dicke, der seiner ganzen Länge nach mit einem Seidenfaden umsponnen ist, und den man nun in 60, 80—100 Wendungen um eine freischwebende Magnetnadel etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von dieser entfernt herumleitet; läßt man durch die beiden Enden dieses Drahts einen elektrischen Strom gehen, so muß dieser durch die ganze Länge des Drahts gehen, weil der isolirende Ueberzug von Seide jeden Uebergang der Elektricität zwischen zwei einander deckenden Windungen verhindert; der elektrische Strom wird dadurch im Verhältniß der Zahl seiner Windungen stärker, und veranlaßt dadurch schon bei geringen Elektricitäts-Erregungen deutliche Abweichungen der Magnetnadel. Schon die Elektricitäts-Entwicklung zwischen zwei blos mit Wasser befeuchteten Zink- und Kupferscheiben läßt sich durch diesen Apparat bemerken; wird dem die Metalle berührenden Wasser eine verdünnte Säure zugesetzt, wodurch die Oberfläche der Metalle schneller chemische Veränderungen erleidet, so zeigt die Magnetnadel sogleich eine größere Abweichung; die Größe des wechselseitigen chemischen Einwirkens von zwei Stoffen läßt sich daher hier wirklich durch die Magnetnadel ablesen.

a) Merkwürdig ist es, daß zwei verschiedenartige sich berührende Metalle, welche eine geschlossene metallene Umlaufskette um die Magnetnadel bilden (wenn man z. B. über einen Wißmuthstab bogenförmig einen Kupferstreifen anlöthet), schon durch Temperaturveränderungen einen elektrischen Strom und durch diesen eine Abweichung der Magnetnadel veranlassen; erhitzt oder erkältet man eine der angelötheten Stellen, so dauert die Einwirkung auf die Magnetnadel so lange, als die Temperaturverschiedenheit Statt hat. Selbst zwei Stücke desselben Metalls zeigen diese Erscheinung, sobald sie auf zwei verschiedene Temperaturen gebracht werden; man nannte dieses thermoelektrische Erscheinungen, sie wurden gleichfalls erst vor wenigen Jahren von Seebeck durch diesen elektromagnetischen Multiplicator entdeckt. (Wie durch Elektricität magnetische; so hat man nun auch durch Magnete elektrische Erscheinungen hervorzubringen gelernt, als: Geschmacksempfindungen, Zuckungen eines Froschpräparats, elektrische Funken und Erschütterungen, selbst die Zersetzung des Wassers).

Dritter Abschnitt.

Vom Sauerstoff und Sauerstoffgas und den Erscheinungen des Brennens *).

§. 129. Der Sauerstoff oder das Oxygen (O = 10,000) **) bildet in Verbindung mit Wärme das Sauerstoffgas; er erhielt diese Benennung von seiner Eigenschaft, mit mehrern andern Elementen Säuren zu bilden. Er gehört zu den verbreitetsten Stoffen in der

---

*) Die Verbrennung mit Sauerstoff wird von den Chemikern jetziger Zeit für kein wesentliches Merkmal des chemischen Unterschieds der einfachen Stoffe gehalten, folglich auch für kein ausreichlicher Eintheilungsgrund derselben. Nach einem bestimmten Verhalten als Säure- oder Basen-bildende Stoffe, welches indeß den Chemiker von Profession mehr als den Agronomen berührt und diesem auch nur klar werden kann durch ein strengeres Studium der chemischen Wissenschaft, als man ihm, so lange er die Chemie als bloße Hülfswissenschaft betrachtet, zumuthen darf und nicht zumuthen sollte — theilt man die bis jetzt gekannten 54 chemischen Elemente in zwei Hauptklassen, a) in nichtmetallische, die man gleichwohl Metalloïde nennt, und b) in metallische oder Metalle, ohne zur Zeit eine bestimmte Grenze zwischen ihnen ziehen oder die Uebergänge genau bezeichnen zu können.

I. Zu den Metalloïden oder nichtmetallischen Stoffen zählt man folgende 12, welche vorzugsweise Säuren bilden: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Bor, Kohlenstoff und Kiesel oder Silicium, welches entschieden ein Säurebildendes Element ist. Selen ist in seinem Verhalten dem Schwefel ähnlich, kann aber auch, um gewisser anderer Erscheinungen willen, zu den Metallen gerechnet werden.

II. Die Metalle bringt man in zwei Abtheilungen

1) Metalle, die, mit dem Sauerstoff verbunden, vorzugsweise die Basen zu den Salzen geben: a) Alkalien, b) kalische Erden und c) Erden, nämlich:

a) Kalium, Natrium, Lithium, (Ammonium;?)
b) Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium;
c) Alluminium, Beryllium, Yttrium, Zirkonium und Thorium.

2) Metalle, im strengeren Sinne des Worts; Cerium, Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Zink, Cadmium, Blei, Zinn, Wißmuth, Uran, Kupfer, Quecksilber, Silber, Palladium, Rhodium, Iridium, Platina, Osmium, Gold, Titan, Tantal, Vanadium, Wolfram, Molybdän, Chrom, Antimon, Arsenik, Tellur, davon die letzten 10 in ihrem chemischen Verhalten wiederum den Metalloïden sich nähern und davon der größte Theil nur den Chemiker, als solchen, interessirt.

Die von dem Verf. aufgestellte Anordnung der einfachen Stoffe, a) in solche, welche das Verbrennen oder Brennen unterhalten und bedingen: Sauerstoff, und b) in solche, welche mit dem Sauerstoff brennbar (verbindungsfähig) sind, war die augenfälligere und wurde von den Chemikern zuerst aufgegriffen. Allein auch Chlor und Schwefel verbinden sich mit gewissen anderen Elementen unter Feuererscheinungen, es brennen also ebenfalls andere Elemente mit ihnen, wie der Sauerstoff selbst auch unter gewiessn Verhältnissen brennbar ist. Indeß hat der Herausgeber, um die Oekonomie des Schüblerschen Werkes nicht zu zerstören, die einmal getroffene Anordnung nicht abändern wollen. K.

**) Wir fügen den einzelnen Stoffen, so weit sie bis jetzt näher untersucht und von allgemeinerem Interesse sind, jedesmal die von Berzelius für diese Stoffe vorgeschlagenen kurzen Bezeichnungen mit den ihnen zukommenden Verhältnißzahlen bei.

Natur; er bildet einen der wesentlichsten Bestandtheile der Atmosphäre, 21 Procente derselben dem Volumen nach bestehen aus dieser Luft, im Wasser sind 87 Procente dem Gewicht nach aus ihm bestehend; er findet sich fast in allen Stoffen unseres Erdkörpers, mehr oder weniger eng gebunden, namentlich bildet er einen wesentlichen Bestandtheil aller organischen Körper.

Das Sauerstoffgas ist ohne Geruch, Geschmack und Farbe, hat ein spec. Gewicht von 1,1026, wenn das der Luft = 1 gesetzt wird, 100 rheinische Cubikzolle wiegen bei + 10° R und 28 p. Zoll Barometerhöhe 39,29 Grane *); unter starkem plötzlichen Druck erhitzt sich das Sauerstoffgas, es bricht unter allen Gasarten das Licht am wenigsten, es verbindet sich mit allen übrigen einfachen Stoffen oft unter Licht- und Wärmeentwicklung.

Eigenschaften des Sauerstoffgases.

§. 130. Die Eigenschaften des völlig reinen Sauerstoffs kennen wir noch nicht, wohl aber die der Verbindung dieses Stoffs mit Wärme zu Sauerstoffgas.

Darstellungsart des Sauerstoffgases.

§. 131. Um das Sauerstoffgas rein und frei von allen bedeutenden Beimengungen anderer Stoffe zu erhalten, bedient man sich gewöhnlich seiner Verbindung mit Metallen, aus welchen es sich durch bloßes Glühen abscheiden läßt. — Man bringt zu diesem Zweck pulverisirten Braunstein oder rothes Quecksilberoxyd in eine Retorte, die mit einem Gasentbindungsrohr in Verbindung ist, und hängt diese ins Feuer, während man letzteres in ein Gefäß mit Wasser gehen läßt; das sich entwickelnde Gas kann nun unter Wasser in Gefäßen aufgefangen werden; auch durch Glühen von Salzen, wie Salpeter und chlorsaurem Kali, welche diese Luftarten gebunden enthalten, läßt es sich durch Wärme abscheiden.

a) Aus 100 Granen rothem Quecksilberoxyd lassen sich 8 Grane Sauerstoffgas abscheiden; zur Bereitung von größern Quantitäten bedient man sich gewöhnlich des Braunsteinoxyds; aus einem Pfund Braunsteinoxyd erhält man 1000 bis 1400 Cubikzolle Sauerstoffgas.

Verbindung des Sauerstoffs mit andern Elementen.

§. 132. Der Sauerstoff kann sich mit allen übrigen einfachen Stoffen verbinden; mit diesen verbindet er sich leicht und rasch, wobei Licht und Wärme merkbar entwickelt wird, mit andern schwer und langsam, oft nur unter künstlichen Veranstaltungen des Chemikers auf Umwegen.

Im Allgemeinen ist hierzu eine Erhöhung der Temperatur nöthig, zuweilen starke Erhitzung.

---

*) Wenn von Granen die Rede ist, so sind hier immer Grane des in Deutschland allgemein bekannten nürnberger Medicinalgewichts zu verstehen.

Verbrennung. Oxydation.

§. 133. Der Act der Verbindung des Sauerstoffs mit einem andern Elemente wird, wenn er von Licht- und Wärmeerscheinungen begleitet ist, im gemeinen Leben das Brennen oder, mit Rücksicht auf die Zerstörung des Körpers, welcher brennbare Elemente enthält, oder selbst ein brennbares Element ist — Verbrennung genannt; die chemische Sprache nennt diesen Vorgang Oxydirung, Oxydation (Sauerstoffung) und das durch diese Verbindung Gebildete ein Oxyd, ein mit Sauerstoff Verbundenes.

Das Brennen ist entweder ein stilles Glühen, wie bei gut zubereiteter und reiner Holzkohle, oder es ist ein Brennen mit Flamme, wenn der erhitzte Körper, z. B. Holz, die mit Sauerstoff verbindungsfähigen Elemente gas- und dampfförmig entweichen läßt oder, wenn er, wie Schwefel, Weingeist, Oele &c. durch die Hitze in Dampf sich auflöst. Dieser Dampf giebt der Flamme zuweilen eine ungewöhnliche Farbe, Kupfer z. B. brennt mit grüner, Strontion mit rother Farbe.

Producte der Verbrennung. (Oxydation).

§§. 134 und 135. Wie überhaupt alle Elemente unter einander — so verbinden sie sich auch mit dem Sauerstoff in bestimmten und sich stets gleichbleibenden Verhältnissen und sie nehmen genau an Gewicht so viel zu, als Sauerstoff zum Verschwinden gebracht wurde: verbrennt man Phosphor in atmosphärischer Luft, so verbinden sich je 2 Gran Phosphor mit 3 Gran Sauerstoff; verbrennt man Kohle, so verzehren 28 Gran derselben genau 72 Gran Sauerstoff, nie etwas mehr oder weniger.

Eben so auch die Metalle. Diese verlieren hierbei ihren Glanz, verwandeln sich in ein erdiges, verschieden gefärbtes Pulver, erhalten ein größeres absolutes und ein geringeres spec. Gewicht, indem sie ihr Volumen vergrößern. In diesem Zustand wurden sie, wegen einer entfernten Aehnlichkeit mit gebranntem Kalkstein, Metallkalke genannt.

a) Der sogenannte Hammerschlag ist oxydirtes Eisen, 100 Theile Metall haben 28 Theile Sauerstoff aufgenommen; die Mennige ist ein oxydirtes Blei, in 100 Theilen Metall mit 11,5 Sauerstoff gebildet.

Verschiedene Oxydationsstufen.

§. 136. Jedes der Elemente verbindet sich zwar nur mit einer bestimmten Menge Sauerstoff, aber in mehreren, manche in 2, 3, andere in 4 Verhältnissen, so, daß das nächstfolgende größere Verhältniß immer ein Mehrfaches des nächstvorhergehenden oder das niedere ein verhältnißmäßiger Theil des höheren Verhältnisses ist. Man nennt dieses die verschiedenen Oxydationsstufen, die man durch verschiedene Benennungen bezeichnet: die niedrigste wird gewöhnlich Oxydül oder Prot- (erstes) Oxyd, die nächstfolgende Stufe gemeinhin Oxyd oder auch Deut- (zweites) Oxyd genannt, und, da diese beiden

Stufen es sind, auf welchen Oxyde mit Säuren zu Salzen sich verbinden, deren Grundlage oder Basis sie darstellen; so nennt man diese beide auch basische Oxyde.

Da nun auch die Säuren mit Oxyden nur von einem bestimmten Sauerstoffgehalt sich verbinden; so werden diejenigen, welche des Sauerstoffs zu viel für diese oder jene Säure haben, und vorher einen Theil abgeben müssen, Superoxyde genannt.

Bildung der Säuren.

§. 137. Eine andere, höhere Stufe der Oxydation ist, bei manchen der einfachen Stoffe, die Säurung — eine chemische Beschaffenheit, welche durch gewisse Merkmale sich zu erkennen giebt, (sieh. §. 370.) indeß nicht allein durch Sauerstoffung, sondern auch durch den Wasserstoff hervorgebracht wird.

Es sind vorzugsweise die Metalloïde, welche mit dem Sauerstoff und Wasserstoff die Säuren, und die Metalle, welche die Basen zu den Salzen geben. Es drückt sich indeß der Charakter der Sauerheit (Acidität) und der entgegengesetzte der Kalität oder Basicität bei verschiedenen Stoffen und ihren Verbindungen in sehr verschiedener Stärke aus, er ist bei manchen so schwach und so unentschieden, daß sie, anderen gegenüber, eben so wohl die Rolle einer Basis, als die einer Säure übernehmen.

Die Sauerstoffsäuren für sich selbst wiederum haben, wie die Oxyde oder Basen, einen verschiedenen, größeren oder geringeren Sauerstoffgehalt, der zugleich ihre Stärke oder chemische Wirksamkeit begründet: man benennt sie nach dem Element, welches dem Sauerstoff zur Grundlage, (Radical) dient, z. B. Schwefel-, Phosphor-, Chromsäure ꝛc. ꝛc. und drückt ihre Stärke und damit zugleich ihre Oxydationsstufe, durch die Wortendung oder durch ein Beiwort aus, als: unterschweflige Säure, schweflige Säure, Unterschwefelsäure, Schwefelsäure, in welchen sich die Sauerstoffmengen wie die Zahlen 1, 2, 2½ und 3 verhalten.

Uebrigens oxydiren sich die einfachen Stoffe und brennen die sogenannten brennbaren Körper in der atmosphärischen Luft langsamer und schwächer als in reiner Sauerstoffluft, weil in jener eine schon bestehende Verbindung zu überwinden und zu trennen und die Sauerstoffluft durch die Stickstoffluft verdünnt ist: in reinem Sauerstoffgas brennt Feuerschwamm mit Flamme, Kohle glüht mit viel stärkerem Glanze, erglühtes Eisen oder Stahl verbrennt mit Funkensprühen, Schwefel mit lebhafter blauer Flamme und Phosphor mit so starker Lichtentwicklung, als kaum vom Auge zu ertragen ist.

Erscheinungen in der Natur, welche auf den Eigenschaften des Sauerstoffgases beruhen.

§. 138. Das Sauerstoffgas spielt bei seiner weiten Verbreitung und großen Neigung, sich mit andern Stoffen zu verbinden, eine der wichtigsten Rollen in der Natur; nur seine wichtigsten Verhältnisse können hier angedeutet werden.

1) Bei jedem Verbrennungsproceß an der freien atmosphärischen Luft verbindet sich das Sauerstoffgas der Luft mit den brennbaren Körpern, und bildet neue Producte, die theils während des Verbrennens in Dunst- und Luftform entweichen, theils als flüssige oder feste Körper zurückbleiben; der brennende Körper erlischt, so wie nicht mehr hinreichend Sauerstoff zu ihm treten kann.

2) Beim Athmen der Thiere findet etwas ähnliches Statt; bringt man lebende Thiere in abgeschlossene Behältnisse von atmosphärischer Luft, so vermindert sich das Sauerstoffgas mit jedem Athemzug, es bildet sich statt dessen Kohlensäure; so wie sich das Sauerstoffgas zu sehr vermindert, so treten bald Beengungen und Erstickungszufälle und zuletzt wirkliches Ersticken ein.

3) Für die Vegetation ist das Sauerstoffgas nicht weniger nothwendig, als für die thierischen Körper; entzieht man dieses vegetirenden Pflanzen, so kommt keine Entwicklung zu Stande, und die schon erwachsenen Pflanzen sterben in kurzem wiederum ab.

4) Im Sonnenlicht stehende lebende Pflanzen entwickeln auf ihrer Oberfläche anhaltend Sauerstoffgas, theils von der während der Vegetation zerlegten Kohlensäure, theils von dem zerlegten (?) Wasser, welches die Pflanzen während ihres Wachsthums aus den Umgebungen absorbiren; wird ihnen das Sonnenlicht entzogen, so hört die Sauerstoffgasentwicklung auf, sie dünsten blos Kohlensäure aus, erhalten eine blasse Farbe, und gehen oft durch den in ihnen in zu großer Menge zurückbleibenden Sauerstoff in einen krankhaften, sogenannten vergeilten Zustand über.

5) Die Güte vieler Producte des Pflanzenreichs steht mit dieser verschiedenen Entwicklung von Sauerstoff in genauer Beziehung; viele Obstarten und beerenartige Früchte werden bei trüber Sommerwitterung oder an zu schattigen Standorten, wo sie weniger Sonnenlicht genießen, saurer, als unter günstigen Verhältnissen, wo sich mehr Sauerstoff aus ihrer Oberfläche entwickeln kann.

6) Die Oberfläche unserer Erde enthält viele unvollkommen oxydirte Stoffe, welche anhaltend Sauerstoff aus der Atmosphäre absorbiren; vorzüglich in höherem Grad ist dieses der Fall, wenn das Erdreich mit vielen organischen Stoffen gemischt ist und mäßig feucht und trocken erhalten wird; der wohlthätige Einfluß vieler landwirthschaftlichen Operationen, des Auflockerns, Pflügens, Düngens, Begießens u. a., beruht vorzüglich auf dieser Sauerstoffgas-Absorption, welche durch diese Operationen besser eingeleitet wird.

7) So lange Thiere und Pflanzen belebt sind, gedeihen sie unter Mitwirkung des Sauerstoffs, ihre Lebenskraft beherrscht ihn; so wie aber das organische Leben aus ihnen entwichen ist, beginnt die chemische Einwirkung desselben, vermöge der Verwandtschaft zu den in Thier- und Pflanzenkörpern enthaltenen chemischen Elementen: unter Mitwirkung der Wärme und Feuchtigkeit zerstört er, was er mit baute, sie gehen in Gährung und Fäulniß über, lassen sich daher länger gegen die Zersetzung schützen, wenn sie gegen den Zutritt des Sauerstoffs geschützt werden.

Vierter Abschnitt.

Von den einfachen verbrennlichen (mit dem Sauerstoff verbindungsfähigen) Körpern und ihren wichtigern Verbindungen.

§. 139. Unter den einfachen verbrennlichen Körpern verstehen wir solche, welche bis jetzt noch nicht einfacher dargestellt werden konnten, und die Eigenschaft besitzen, sich mit Sauerstoff und oft auch mit Wasserstoff, im erstern Fall unter den Erscheinungen des Brennens, zu verbinden, wobei sie verschiedene Oxyde und Säuren bilden; man hat bis jetzt 54 solche Stoffe kennen gelernt; von diesen sind (inbegriffen das Silicium oder Kiesel,) 12 ohne metallisches Ansehen, theils von gasförmiger, theils von tropfbar flüssiger, theils fester Gestalt; 42 sind mehr von metallischer Natur, es gehören dahin die wirklichen Metalle, und die Metalle der Erden und Alkalien.

Erste Abtheilung.

Von den nichtmetallischen brennbaren Stoffen. (Metalloiden).

§. 140. Die nichtmetallischen brennbaren Stoffe sind in der Natur am weitesten verbreitet, gehen mit den übrigen die mannigfaltigsten Verbindungen ein, und gehören in sofern zu den wichtigsten; es gehören dahin 1) der Wasserstoff, 2) Stickstoff, 3) das Chlor, 4) das Brom, 5) das Jod, 6) die Kohle, 7) der Schwefel, 8) der Phosphor, 9) das Bor oder Boron, 10) Selen, 11) Fluorin und 12) Silicium, Kiesel. Die 3 erstern dieser Stoffe sind in der gewöhnlichen Temperatur gasartig, das Brom tropfbar-flüssig, die übrigen sind fest, so weit sie bis jetzt näher untersucht sind.

1. Vom Wasserstoff, Hydrogen ($H = 1{,}243$).

§. 141. Der Wasserstoff ist der Grundstoff des Wassers, weßwegen er Wasserstoff oder Hydrogen und in seiner Verbindung mit Wärme Wasserstoffgas genannt wurde; wegen der Eigenschaft dieser Luft, in Verbindung mit Sauerstoffgas zu brennen, erhielt sie auch die Benennung brennbare oder inflammable Luft.

Eigenschaften des Wasserstoffgases.

§. 142. Das reine Wasserstoffgas ist ohne Geruch, Farbe und Geschmack, leichter, als alle andere Luftarten, sein spec. Gewicht ist gegen 14mal geringer, als das der atmosphärischen Luft, es beträgt 0,0688, das der atmosph. Luft = 1 gesetzt; 100 rheinische Cubikzolle desselben wiegen 2,45 Grane; im reinen Zustand

erlöschen in ihm brennende Körper, Thiere ersticken, dagegen läßt es sich unter Zutritt der atmosphärischen Luft oder des Sauerstoffgases entzünden; es hat von allen Gasarten die größte strahlenbrechende Kraft. Unter den brennbaren Körpern erzeugt es verhältnißmäßig die meiste Wärme, fast alle Körper können durch einen entzündeten Strom von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zum Schmelzen gebracht werden; vom Wasser wird es nur in sehr geringer Menge absorbirt.

Darstellung des Wasserstoffgases.

§. 143. Man gewinnt das Wasserstoffgas aus dem Wasser selbst, wenn man dieses chemisch so zersetzt, daß sein Wasserstoff frei wird, während sein anderer Bestandtheil, der Sauerstoff, an irgend einen Körper gebunden wird; es kann dieses auf verschiedene Art geschehen, 1) wenn man Wasserdämpfe über glühendes Eisen, oder andere leicht oxydirbare Metalle in einen Flintenlauf leitet; 2) wenn mit reiner Eisen- oder Zinkfeile ein Theil Schwefelsäure mit zwei Theilen Wasser in Verbindung gebracht wird.

a) Die Menge der Luft, welche man erhält, steht mit der Menge des zersetzten Wassers in directem Verhältniß; bei Anwendung der letztern Methode erhält man nach Wullings Versuchen *) an Wasserstoffgas (nach preußischen Lothen und Zollen) aus 1 Loth Eisen 350 Cubikzolle, aus 1 Loth Zink 300, aus Zinn 170, aus Kupfer 100 Cubikzolle.

Verbindungen des Wasserstoffs.

§. 144. Das Wasserstoffgas zeigt weder so viele noch so große Affinitäten gegen die übrigen Körper, wie das Sauerstoffgas. In der Atmosphäre scheint es in Luftform zu fehlen; in Verbindung mit Sauerstoff findet es sich im Wasser; in Verbindung mit Sauerstoff und Kohlenstoff in den meisten vegetabilischen; in Verbindung mit Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff in den meisten thierischen Stoffen; in Verbindung mit einzelnen brennbaren Stoffen bildet der Wasserstoff eigenthümliche Wasserstoffsäuren; in Verbindung mit Stickgas das Ammoniak; auch mit verschiedenen festen Körpern verbindet es sich zu eigenthümlichen Gasarten; so entstehen Kohlen-, Phosphor-, Eisen-, Arsenik-Wasserstoffgas.

Anwendungen des Wasserstoffgases.

§. 145. Das Wasserstoffgas wird, außer seiner Anwendung zur Erhebung von Luftballonen, wozu es sich vorzüglich durch seine große Leichtigkeit eignet, in chemischer Beziehung zu verschiedenen Verrichtungen benutzt.

Knallluft, Newmannisches Gebläse, Wasserbildung.

§. 146. Werden, dem Volumen nach, 2 Volumentheile Was-

*) Schweiggers Journal der Chemie, 27ster Band. S. 213.

serstoffgas mit einem Theil Sauerstoffgas, oder, dem Gewicht nach, 11,1 Wasserstoff mit 88,9 Sauerstoff gemengt, so bleiben beide Gasarten in der gewöhnlichen Temperatur ohne Zersetzung; wird dieses Gemeng aber durch einen flammenden Körper oder einen elektrischen Funken entzündet, so verbrennen beide Gasarten mit einem bedeutenden Knall, ihre Grundlagen vereinigen sich und es wird dadurch Wasser erzeugt; man nennt diese Luft daher auch Knallluft, Knallgas. Leitet man diese beiden Gasarten zugleich durch ein Gebläse und entzündet den vereinigten Luftstrom, so erhält man das nach seinem Erfinder sogenannte Newmannische Gebläse, wodurch man selbst die strengflüssigsten Metalle zu schmelzen im Stande ist.

Die Menge des sich dabei bildenden Wassers ist dem Gewicht nach immer gleich der Menge der verbrannten Luftarten.

a) Werden die verbrennenden Luftarten genau in dem obenangeführten Verhältniß zusammengebracht, so ist das Product dieser Verbrennung reines Wasser; enthalten sie etwas Stickgas, so bildet sich zugleich etwas Salpetersäure; überwiegt zugleich Wasserstoff, so bildet sich etwas salpetersaures Ammoniak.

Davy's Sicherheitslampe.

§. 147. Ist das Gemeng beider Gasarten sehr ausgedehnt durch Verdünnung der Luft, indem diese entweder zum Theil wirklich ausgepumpt wird, oder durch Wärme oder beigemischte andere Gasarten mehr verdünnt ist, so entzündet sie sich nicht mehr; eine glühende Kohle veranlaßt so keine Entzündung; ebenso pflanzt sich die Entzündung durch ein feines Metallgitter oder durch eine feine Röhre, aus welcher die Luft ausströmt, nicht fort. Es beruht hierauf die Sicherheitslampe Davy's; bei ihrer Anwendung wird die Lichtflamme einer Lampe durch ein feines Drahtgitter von den umgebenden Luftschichten gleichsam isolirt, die Luftschichten dehnen sich aus, so wie sie sich der Lampe nähern, und kommen dadurch nicht mehr zur Entzündung. Die Löcher des Gitters müssen dabei so eng seyn, daß auf den Quadratzoll Gewebe etwa 784 Löcher kommen.

Voltaisches Eudiometer.

§. 148. Zu den wichtigern Anwendungen des Wasserstoffgases gehört sein Gebrauch als eudiometrisches Mittel. Da sich beim Verbrennen des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoffgas immer 2 Theile des erstern mit einem Theil des letztern, dem Volumen nach, verbinden, so läßt sich aus der Menge der verbrannten Luft genau auf die Menge des anwesenden Sauerstoffs schließen, worauf das voltaische Eudiometer begründet ist. Es besteht aus einer einfachen, mit einer Gradeintheilung versehenen starken Glasröhre, mit einer Vorrichtung, um durch die Mitte des Glascylinders einen elektrischen Funken durchleiten zu können; geschieht dieses, während Gasarten in der Glasröhre befindlich sind, so erfolgt eine Verpuffung, beide Luftarten verbrennen mit einander und geben durch ihre Volumensver-

minderung die Menge des verbrannten Sauerstoffs an; $\frac{1}{3}$ der Volumensverminderung ist = dem verzehrten Sauerstoffgas.

Elektrische Lampe.

§. 149. Die elektrische Lampe beruht auf denselben Grundsätzen; man leitet einen elektrischen Funken durch einen in die atmosphärische Luft übergehenden Strom von Wasserstoffgas, welcher dadurch Feuer fängt und eine in der Nähe stehende Kerze anzündet.

Döbereiners Zünd- oder Glühlampe (Platinfeuerzeug) *).

§. 150. Das Wasserstoffgas hat die merkwürdige Eigenschaft, sich selbst bei der Temperatur der Atmosphäre, durch den physikalischen Einfluß gewisser Körper, mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu verbinden und zu entzünden. Döbereiner entdeckte diese Eigenschaft vor einigen Jahren zuerst an der Platina; spätere Versuche zeigten, daß auch einige andere Metalle dieselbe Eigenschaft, wenn gleich in geringerem Grade, besitzen. Läßt man einen Strom Wasserstoffgas durch die Luft auf Platinschwamm, (höchst fein zertheiltes Platinmetall) streichen, so erhitzt sich das Metall bis zur Rothglühhitze, das Gas fängt Feuer und eine Kerze läßt sich dadurch anzünden.

Erscheinungen, welche sich aus den Eigenschaften des Wasserstoffs erklären.

§. 151. Aus der Zerlegung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff erklärt es sich:

1) warum die Wasserstoffgas-Entwicklung durch Metalle, auf welche man concentrirte Mineralsäuren gießt, nicht oder nur unbedeutend Statt hat; hingegen sogleich bedeutend zunimmt, so wie man Wasser zugießt. Das sich zersetzende Wasser giebt in diesem Fall seinen Wasserstoff ab, während sich der Sauerstoff des Wassers mit dem Metall verbindet.

2) Beruht hierauf die Erscheinung, daß die Gluth von angezündeten Steinkohlen und Schmiedekohlen verstärkt wird, wenn sie während des Brennens zuweilen mit etwas Wasser bespritzt werden; das Wasser erleidet hier eine Zersetzung in seine beiden Gasarten. Wasserdämpfe lassen sich unter gewissen Umständen auf ähnliche Art zersetzen und selbst zur Verstärkung des Feuers benutzen, wie dieses geschieht, wenn man einen Strom Wasserdampf aus einer kleinen Oeffnung in einer Entfernung von 4—5 Zollen auf glühende Kohlen leitet **).

3) Erklärt sich hieraus, warum die meisten Pflanzen mit zu-

---

*) Siehe: Dr. J. W. Döbereiner. Zur Chemie des Platins in wissenschaftlicher und technischer Beziehung. Stuttgart 1836.

**) Siehe Dana's Versuche hierüber in Sillimans Americ. Journal. 1819. Thl. 1. Nr. 4., und Schweiggers Journal Thl. 28. S. 220.

nehmendem Alter an Brennbarkeit gewinnen, und dann oft so bedeutend viel Wasserstoffgas aus sich abscheiden lassen; sie saugen während ihres Vegetationsprocesses anhaltend Wasser ein, zerlegen dieses zum Theil und scheiden den Sauerstoff aus, während der Wasserstoff in ihnen zurückbleibt.

4) Erklärt sich hieraus, warum die aus dem Grund von Sümpfen sich entwickelnde Luft häufig Wasserstoffgas in Verbindung mit Kohlenstoff und etwas Stickstoff enthält; es entweicht beim Ableben der Vegetabilien und ihrer anfangenden Zersetzung zum Theil wieder der während ihrer Vegetation gebundene Wasserstoff.

5) Die Entwicklung von Wasserstoffgas und die sich dadurch oft bildende Knallluft in Bergwerken, welche die sogenannten bösen und schlagenden Wetter veranlaßt, steht damit gleichfalls in genauer Verbindung; in diesem Fall scheint durch fein zertheilte Kohle, Schwefel und Metalle die Wasserzersetzung eingeleitet zu werden.

6) Der sogenannte Feuerwolf der Backöfen beruht wahrscheinlich auf einer ähnlichen Verpuffung des Wasserstoffgases; man bemerkt nämlich zuweilen in Oefen, in welchen das Feuer nicht hell brennt, während sich im oberen Theile derselben sehr viel Rauch versammelt, eine Art Verpuffung unter Krachen und Zerstörungen; noch fehlen übrigens genauere vorurtheilsfreie Beobachtungen über die nähern Umstände, unter welchen sich diese Erscheinung ereignet.]

2. Vom Stickstoff, Azot (Azotum, A = 17,705).

Benennungen und Vorkommen.

§. 152. Der Stickstoff bildet in Verbindung mit Wärme das Stickstoffgas, einen der Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft; 79 Procente derselben bestehen aus dieser Luft. Sie erhielt die Benennung Stickluft, indem Thiere, welche in reines Stickstoffgas gebracht werden, aus Mangel an Sauerstoffgas, ersticken, und Lichter erlöschen, ohne daß es eine direct nachtheilige Wirkung und wie das Wasserstoffgas, die Fähigkeit hat, selbst Feuer zu fangen. In gehörigem Verhältniß mit Sauerstoff gemischt, giebt Stickstoff die Salpetersäure; weßwegen er auch Salpeterstoff oder Nitrogen genannt wurde.

Eigenschaften dieser Luft.

§. 153. Man kennt bis jetzt den reinen Stickstoff blos gasförmig; das Stickstoffgas ist ohne Farbe, Geruch und Geschmack, auf Pflanzenfarben ohne Wirkung, etwas leichter als atmosphärische Luft, sein spec. Gewicht ist = 0,9757; 100 rheinische Cubikzolle wiegen bei 28 Zollen Barometerhöhe und 10° R Temp. 34,38 Grane. Es läßt sich einige Zeit einathmen, ohne jedoch im reinen Zustand zur Respiration dienlich zu sein; es ist nicht brennbar und das Brennen anderer Körper nicht unterhaltend; vom Wasser wird es nur in sehr geringer Menge absorbirt; es hat nur ein schwaches Lichtbrechungsvermögen.

Darstellung.

§. 154. Man verschafft sich dieses Gas am leichtesten aus der atmosphärischen Luft; da diese aus 21 Procent Sauerstoffgas und 79 Proc. Stickstoffgas zusammengesetzt ist, so hat man nur einen Körper, welcher das Sauerstoffgas mit sich zu verbinden vermag, in ein geschlossenes Behältniß, etwa unter eine Glasglocke mit atmosphärischer Luft zu bringen; nach Absorption des Sauerstoffs bleibt dann die Stickluft zurück.

a) Bringt man in ein kleines auf Wasser schwimmendes Schälchen etwas Phosphor, entzündet diesen und stürzt darüber während des Brennens eine Glocke mit atmosphärischer Luft, so bilden sich unter lebhaftem Brennen dicke Dämpfe von Phosphorsäure, die sich bald mit dem Wasser verbinden; mit Verzehrung des Sauerstoffgases hört das Brennen auf, die zurückbleibende Luft ist Stickluft, die außer der Phosphorsäure noch mit etwas Kohlensäure verunreinigt ist; durch Schütteln mit Kalkwasser kann sie leicht noch vollständig von diesen Säuren gereinigt werden.

Verbindungen des Stickstoffs.

§. 155. Der Stickstoff läßt sich gasförmig in allen Verhältnissen mit dem Sauerstoffgas zusammenbringen, ohne daß beide Gasarten eine Wirkung auf einander zeigen; ein solches Gemenge ist die atmosphärische Luft. Durch verschiedene Operationen lassen sich jedoch auch beide Gasarten chemisch in bestimmten Verhältnissen mit einander verbinden, wodurch einige Stickstoffoxyde und verschiedene mehr oder weniger vollkommene Salpetersäuren entstehen; ein Volumen Stickgas mit $\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoffgas zu einem Volumen verdichtet, bildet das oxydulirte Stickgas oder das 1ste oder Protoxyd des Stickgases; gleiche Raumtheile beider Gasarten ohne Verdichtung bilden das Salpetergas oder Stickstoffgasoxyd; überwiegt der Sauerstoff in verschiedenen Verhältnissen, so entstehen die erste und zweite salpetrige Salpetersäure; von ihnen wird weiter unten näher die Rede sein.

a) Das Stickstoffoxydul ($AO = 17{,}705 + 10 = 27{,}705$) ist ohne Farbe, durchsichtig und in gewöhnlicher Temperatur permanent elastisch-flüssig, läßt sich jedoch durch gleichzeitigen Druck und Erkältung auch tropfbar-flüssig darstellen; auf Lackmus wirkt es nicht, im gasförmigen Zustand hat es ein spec. Gewicht von 1,5269; 100 rhein. Cubikzolle wiegen bei 10° R und 28 Zoll Barometerhöhe 54,02 Grane; es hat einen etwas süßlichen angenehmen Geschmack, bringt durchs Einathmen eine angenehme Berauschung hervor, die aber bei längerem Fortsetzen Bewußtlosigkeit veranlaßt und schädliche Folgen hat; es unterhält die Verbrennung besser, als atmosphärische Luft, es entflammt selbst ausgelöschte Lichter oder Schwefelhölzchen aufs Neue, wenn nur noch einige glühende Punkte daran sind, eine Erscheinung, die sich aus dem großen Sauerstoffgehalt erklärt,

welcher in dieser Gasart in demselben Volumen größer ist, als in der atmosphärischen Luft, der jedoch noch sehr wenig eng gebunden ist, so daß sie sich durch brennende Körper leicht zersetzen läßt; schon in hohen Temperaturen und durch starke elektrische Funken zersetzt sich diese Luft in salpetrige Säure und Stickluft. Bereiten läßt es sich durch gehörige Erhitzung von getrocknetem salpetersauren Ammoniak.

b) Das Stickstoffoxydgas (AO^2 = 17,705 + 20 = 37,705) ist immer gasförmig, farblos, ohne Wirkung auf die Lackmustinctur, von 1,039 spec. Gewicht; 100 rhein. Cubikzolle wiegen 36,83 Grane, es ist zum Athmen untauglich, brennende Kerzen erlöschen in ihm, in der gewöhnlichen Temperatur wird es nicht durch brennbare Körper zersetzt, wohl aber in der Rothglühhitze, der Sauerstoff wird dabei absorbirt und der Stickstoff frei; vom Wasser wird es nur in geringer Menge absorbirt. Wird es mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft in Berührung gebracht, so absorbirt es schnell noch mehr Sauerstoff und geht in salpetrigsaure Dämpfe über. Dieses Gas läßt sich bereiten, wenn man Kupferspäne oder Silber, Zink, Wißmuth u. s. w. mit mäßig starker Salpetersäure übergießt und das sich entbindende Gas unter Wasser auffängt. Die Salpetersäure wird dabei zerlegt, ein Theil des Sauerstoffs bildet mit dem metallischen Kupfer Kupferoxyd, welches sich in der übrigen Salpetersäure auflöst, während das dadurch sich bildende Salpetergas entweicht.

Außer diesen Verbindungen mit Sauerstoff geht der Stickstoff auch noch verschiedene Verbindungen mit brennbaren Körpern (Metalloïden) ein, in Verbindung mit Wasserstoff bildet er Ammoniak, er macht ein bildendes Element aller thierischen Substanzen; auch in den nähern Bestandtheilen vieler Vegetabilien findet er sich in geringer Menge im gebundenen Zustand.

Erscheinungen, welche sich aus den Eigenschaften des Stickstoffs erklären.

§. 156. Obgleich die eben erwähnten Verbindungen gewöhnlich blos durch künstliche Operationen zu Stande kommen, so ereignen sich ähnliche Verbindungen des Stickstoffs jedoch unter gewissen Umständen auch in der Natur von selbst; es erklären sich hieraus folgende Erscheinungen:

1) Die Bildung von Salpetersäure und salpetersauren Salzen an Mauern und im Grund von Viehställen, wo viele thierische Ueberreste in Berührung mit atmosphärischer Luft, Erden und Feuchtigkeit in Fäulniß übergehen; man bedient sich dieses Mittels selbst im Großen bei der künstlichen Salpetererzeugung, wobei die Fähigkeit feuchter Erden, Sauerstoff aus der Atmosphäre zu absorbiren, zugleich mit thätig zu sein scheint.

2) Die Bildung von salpetersauren Salzen und namentlich von Salpeter (salpetersaurem Kali) selbst während des Vegetations-

processes mancher Pflanzen; man bemerkt dieses bei manchen selbst im gewöhnlichen Zustand ihres Wachsthums, bei andern, wenn sie in stärker gedüngtem Boden aufwachsen; zuweilen geschieht dieses am Ende ihres Vegetationsprocesses, wenn sie länger als gewöhnlich im Boden stehen; bei Runkelrüben wurde dieses beobachtet *).

3) Das Vorkommen von Salpetersäure und salpetersauren Salzen **), welches in geringer Menge zuweilen im Regenwasser und nach Gewittern bemerkt wird, wobei die Gewitterelektricität auf eine Vereinigung der Elemente der atmosphärischen Luft zur Bildung dieser Säure hinwirken könnte.

4) Das häufigere Gerinnen der Milch an Gewittertagen, welches nicht selten bemerkt wird, scheint gleichfalls auf eine solche Neigung zur Säurebildung durch Einfluß der atmosphärischen Elektricität hinzudeuten.

5) Die häufig erfolgende Bildung von Ammoniak und ammoniakalischen Salzen, wenn gewisse thierische Theile, Urin, feste Excremente und andere thierische Abfälle mehr vom freien Zutritt der Luft abgeschlossen in Fäulniß übergehen, erklärt sich gleichfalls durch eine Abscheidung von Stickstoff, der sich mit dem zugleich entwickelnden Wasserstoff zum Ammoniak vereinigt.

3. Vom Chlor oder von der Chlorine, sonst oxygenirten Salzsäure (Chlorum, Ch = 44,26).

Benennungen.

§. 157. Die Natur dieses Stoffs lernte man erst in neuern Zeiten vorzüglich durch die Untersuchungen von Davy und Berzelius näher kennen; man hielt ihn lange für einen zusammengesetzten Körper, weßwegen er auch nach und nach sehr verschiedene Benennungen erhielt. Die neuere Benennung Chlor erhielt diese Luftart von ihrer Farbe (von χλωρος, gelbgrün); die Benennung Halogen erhielt sie als einer der wesentlichsten Bestandtheile des Kochsalzes; die ältern Benennungen oxydirte, oxygenirte, dephlogistisirte Salzsäure bezeichnen die verschiedenen ältern Ansichten über ihre Zusammensetzung; Bleichsäure nannte man sie von ihrer Anwendung.

Eigenschaften.

§. 158. Das Chlor ist in der gewöhnlichen Temperatur gasförmig von grünlichgelber Farbe, einem unangenehmen starken, eigenthümlichen, stechenden Geruch und Geschmack, im trockenen Zustand erhält es selbst bei einer Kälte von — 40° R seine elastischflüssige Form, durch verstärkten Druck in Verbindung mit Temperatur-

*) Siehe Chaptals Agriculturchemie, übersetzt von Dr. Eisenbach. Stuttgart bei Mezler. 2ter Theil S. 271.

**) Siehe Zimmermann über wässerige Meteore in Kastners Archiv der Naturlehre. Band 1. S. 275.

erniedrigung läßt es sich nach Faraday auch in tropfbare Form bringen. In Luftform ist es bedeutend schwerer, als atmosphärische Luft, sein spec. Gewicht beträgt 2,4216; 100 rhein. Cubikzolle wiegen 86,36 Grane; Pflanzenfarben, wie Lackmus, werden dadurch gebleicht und verschwinden ganz, ohne zuvor geröthet zu werden, organische Gerüche und Ansteckungsstoffe werden dadurch zerstört und unschädlich gemacht; wird ein brennendes Licht in das Gas gebracht, so erbleicht die Flamme erst, wird dann roth und erlöscht endlich; Thiere ersticken darin plötzlich; mit Metallen verbindet es sich in metallischem Zustand, einige fein zertheilte Metalle, Spießglanz, Wismuth, Zink entzünden sich darin von selbst; in Verbindung mit atmosphärischer Luft eingeathmet, veranlaßt es leicht Husten, in größerer Menge erregt es Erstickungszufälle, Blutbrechen und Tod. Durch Wasser wird es in bedeutender Menge absorbirt, und bildet so das wässerige Chlor; ein Volumen Wasser nimmt bei 16° R unter dem gewöhnlichen Druck der Luft 1½ Volumen Gas auf.

Bereitungsart.

§. 159. Das Chlor läßt sich aus der Salzsäure oder aus Kochsalz auf folgende Art bereiten:

1) Man bringt 1 Theil pulverisirtes Braunsteinoxyd mit 5 bis 6 Theilen concentrirter flüssiger Salzsäure in einen Kolben, der ungefähr doppelt so viel, als das Volumen dieser beiden Pulver faßt, worauf sich auf Anwendung von Wärme das Gas bald entwickelt.

2) Man bringt 1 Theil pulverisirtes Braunsteinoxyd, 4 Theile Kochsalz, 2 Theile concentr. Schwefelsäure und 2 Theile Wasser in einen Kolben, der ungefähr das doppelte Volumen dieser 4 Substanzen faßt, worauf sich das Chlor auf angewandte Wärme sogleich entwickelt.

Bei beiden Bereitungsarten wird die aus Chlor und Wasserstoff zusammengesetzte Salzsäure zum Theil zersetzt, das Chlor wird frei, und der Wasserstoff verbindet sich mit dem überschüssigen Sauerstoff des Braunsteinoxyds, welches sich dann bei der 1sten Bereitungsart mit einem Theil der Salzsäure, bei der 2ten mit der Schwefelsäure verbindet.

Verbindungen.

§. 160. Das Chlor bildet mit Sauerstoff, Wasserstoff und mehreren andern Körpern wichtige Verbindungen.

Chlor und Sauerstoff in Gasform zusammengebracht, wirken nicht auf einander; befindet sich aber einer der Körper im Zustand eines sich entwickelnden Gases, so gehen sie verschiedene Verbindungen ein; es bildet mit dem Sauerstoff 3 Säuren: chlorichte Säure, Chlorsäure und Ueberchlorsäure, wovon später die Rede sein wird.

Mit Wasserstoff zu gleichen Theilen zusammengebracht, bildet das Chlor die Salzsäure, die deßwegen auch Hydrochlorsäure oder Chlorwasserstoffsäure genannt wird; die Vereinigung geschieht unter

folgenden merkwürdigen Erscheinungen: bringt man bei gewöhnlicher Temperatur ein Gemeng aus Chlor und Wasserstoff an einen dunkeln Ort, so erfolgt selbst in mehreren Tagen keine Veränderung; setzt man es aber dem gebrochenen Tageslicht aus, so verbinden sich allmälig Wasserstoff und Chlor zu gleichen Theilen zu salzsaurem Gas; läßt man auf das Gemeng von Chlor und Wasserstoff helles Sonnenlicht fallen, so geschieht diese Vereinigung plötzlich unter Detonation; auch durch die Rothglühhitze verbinden sich beide Gasarten unter ähnlichen Erscheinungen. — Aus dieser großen Neigung des Chlors, sich mit Wasserstoff zu verbinden, scheint es sich zu erklären, warum das Chlor alle wasserstoffhaltige Gasarten zersetzt, und thierische und vegetabilische Farben, faule Ansteckungsstoffe und Miasmen zerstört, indem diese gleichfalls sämmtlich Wasserstoff enthalten.

Mit dem Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor und den Metallen bildet das Chlor eigenthümliche Verbindungen, die Chlorkohlenstoff, Chlorschwefel, Chlorphosphor und Chlormetalle, z. B. Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorquecksilber u. s. w. genannt werden, es vertreibt den Sauerstoff aus den Metalloxyden, um mit dem Metall, in metallischem Zustande, sich zu verbinden und, je nachdem die Menge des verbundenen Chlors der Menge des vertriebenen Sauerstoffs im Oxydul oder Oxyd entspricht, werden diese Verbindungen Metallchlorüren und Metallchloride genannt.

Anwendungen des Chlors.

§. 161. Das Chlor wird sowohl in Gasform, als in flüssiger Gestalt angewandt, um Farben, organische faule Stoffe und Miasmen zu zerstören, die Gewebe von Baumwolle, Flachs, Hanf und Papierteig zu bleichen, den Lumpen der Papiermacher, Kupferstichen, Büchern, gedruckter Leinwand oder Kattunen wieder ihre ursprüngliche weiße Farbe zu geben, beschriebenes Papier wieder von der Schrift zu reinigen u. s. w. — Das Bleichpulver oder Bleichsalz Tennants ist Chlorkalk, ein Gemenge von Kalkerde, Chlorkalium und chlorichtsaurer Kalkerde, welches man erhält, wenn man Chlor durch Kalkhydrat streichen läßt. Um Miasmen zu zerstören, bedient man sich gewöhnlich des gasförmigen Chlors.

a) Als bestes Verhältniß zu den Räucherungen mit Chlor zeigt sich 1 Theil Kochsalz, 1 Theil Braunsteinoxyd und 2 Theile Schwefelsäure, die man vorher mit einem Theil Wasser verdünnt und wieder der Abkühlung überlassen hat. Wird diese Mengung bei einer Temperatur von $12\frac{1}{2}°$ R in einem Gefäß zusammengebracht, so fängt die Gasentwicklung schon nach wenigen Minuten an, und währt bei größern Quantitäten ununterbrochen 4 Tage fort; die Gefäße müssen flach und von gut gebrannter Töpferwaare sein; jedes Gefäß kann etwa 3 Wiener Maaß (214 par. Cubikzolle) fassen; bringt man in jedes Gefäß $3\frac{1}{2}$ Pfund des Gemengs und $4\frac{1}{2}$ Pfund der verdünnten Säure: so giebt jedes Gefäß gegen 1 Pfund oder $5\frac{1}{4}$

Cubikfuß Chlorgas. — Fußböden und andere angesteckte Gegenstände können auch mit flüssigem Chlor abgewaschen werden.

b) Die gewöhnlichen Räucherungen mit Chlor fallen den Lungen sehr beschwerlich; welches dagegen nicht der Fall ist, wenn man hiezu eine Mischung aus gleichen Theilen pulverförmigem Chlorkalk und trockenem säuerlich schwefelsaurem Kali nimmt*); um ein Wohnzimmer mittlerer Größe zu reinigen, bringt man von jedem Pulver 1 bis 2 Kaffeelöffel voll in ein gläsernes Gefäß, und tröpfelt so viel laues Wasser darauf, daß ein Brei entsteht, den man von Zeit zu Zeit umrührt; Fenster und Thüren müssen einige Stunden verschlossen bleiben; die Räucherungen werden täglich ein oder mehrere mal vorgenommen.

c) Hat man Chlordämpfe eingeathmet, oder kann man es nicht vermeiden, sich ihnen auszusetzen, so heben Weingeistdämpfe am besten die schädlichen Wirkungen derselben; man kann mit gutem Erfolg zu diesem Zweck Zucker, auf welchen man Weingeist getröpfelt hat, in den Mund nehmen.

4. Von dem Brom.

Benennung und Eigenschaften.

§. 162. Dieser Stoff wurde erst im Jahr 1825 von Balard im Meerwasser endeckt**), und von ihm anfangs Murid, später aber von Gay-Lussac von seinem widerlichen Geruch (von βρωμος, foetor) Brom genannt.

Das Brom ist bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig und beweglich, wie ein ätherischer Liquor, hat eine dunkelrothe Farbe und einen sehr durchdringenden unerträglichen Geruch; es ist beinahe dreimal schwerer als Wasser, von 2,966 spec. Gewicht, in Wasser, Alkohol und Aether auflöslich, leitet die Elektricität nicht, ist bei einer Kälte von 14,4° R noch flüssig, siedet bei + 37,6° R; seine Dämpfe besitzen eine dunkelrothe Farbe, es färbt die Stärke orangegelb.

Bereitungsart.

§. 163. Man läßt durch die Mutterlauge des Meersalzes oder der Salinen Chlor durchstreichen, ohne jedoch einen großen Ueberschuß des letztern anzuwenden. Ist Brom vorhanden, so färbt sich die Mutterlauge gelb; man schüttet alsdann Aether darüber und füllt eine Flasche damit voll. Schüttelt man hierauf beide Flüssigkeiten stark durch einander, so verbindet sich der Aether mit dem Brom und schwimmt mit hyacinthrother Farbe obenauf; setzt man nun kaustisches Kali zu, so verbindet sich dieses mit dem Brom zu Bromkalium, das sich als hydrobromsaures Kali ansehen läßt, und

---

*) Siehe Metzler über den Nutzen und Gebrauch des nach der Vorschrift von Stahl entwickelten oxydirt salzsauren Gases u. s. w. Augsburg 1825.

**) S. Schweigger's Journal der Chemie. Neue Reihe. Band 17. S. 125. Maiheft 1826.

durch Eindicken als ein in Würfeln krystallisirbares Salz dargestellt und abgetrennt werden kann. Dieses Salz behandelt man hierauf mit Schwefelsäure und Manganhyperoxyd, wodurch sich das Brom in Dämpfen entwickelt, die sich dann in einem mit Schnee umgebenen Gefäß in Tröpfchen zu flüssigem Brom verdichten *).

Verbindungen.

§. 164. Das Brom geht mit Sauerstoff und Wasserstoff Verbindungen zu Säuren ein auf ähnliche Art, wie Chlor und Jod. — Wasserstoffgas und Brom scheinen sich bei der gewöhnlichen Temperatur nicht direct zu verbinden; wird aber einem Gemenge von Bromdämpfen und Wasserstoffgas ein brennender Körper oder glühendes Eisen genähert: so entsteht die Verbindung eines Theils dieser Körper, und bildet eine Wasserstoffsäure des Broms, die Hydrobromsäure, die sich in Ansehung ihrer Eigenschaften der Hydrochlorsäure und Hydrojodinsäure nähert; sie ist gasförmig, farblos und sehr sauer.

Das Brom geht mit verschiedenen Metallen, mit dem Chlor, Jod, Schwefel und Phosphor mehrere nähere Verbindungen ein, welche sich in ihren Eigenschaften denen sehr nähern, welche die Verbindungen dieser Körper mit Chlor und Jod zeigen, so daß dieser Stoff in der Reihe der einfachen Stoffe in der Mitte zwischen diesen beiden zu stehen scheint; es bedürfen übrigens die Eigenschaften und Verbindungen dieses Stoffs erst noch weitere nähere Untersuchungen.

Anwendungen.

§. 165. Bis jetzt sind von diesem Stoffe noch keine Anwendungen bekannt; sein Vorkommen im Meerwasser, in welchem es als Hydrobromsäure in Verbindung mit Bittererde vorzukommen scheint, macht es aber wahrscheinlich, daß er sich noch in vielen andern Stoffen finden wird; — es ist bereits schon in der Mutterlauge mehrerer Salzsoolen Deutschlands nachgewiesen; Dr. Liebig fand es in der Salzsoole zu Theodorshalle bei Kreuznach, Prof. Walchner in den Soolen von Dürrheim und Rappenau in Baden, Dr. Ludwig in der Salzsoole von Hall in Tyrol, Dr. Meißner in der Salzsoole aus dem deutschen Brunnen zu Halle.

5. Von dem Jod, Jodine (Jodum, I=156,223).

Benennung und Eigenschaften.

§. 166. Das Jod wurde im Jahr 1813 von Courtois in Paris in der Mutterlauge der Soda von Tangarten entdeckt, und später auch in vielen andern Meerproducten aufgefunden; es erhielt von der veilchenblauen Farbe seines Dunstes (von ἰώδης, violaceus) diese Benennung; auch der Stärke ertheilt es eine blaue Farbe. —

*) Siehe Balard über das Brom in Schweiggers Jahrbuch der Chemie. 18ter Band. S. 61 u. folg. 1826.

Es ist bei der gewöhnlichen Temperatur fest, hat einen blätterigen Bau, metallischen Glanz, eine graulichschwarze, dem Graphit ähnliche Farbe, etwas fettiges Ansehen, ist leicht zerreiblich, bei +13,2° R ein spec. Gewicht von 4,946, das des Wassers = 1 gesetzt; im Wasser selbst ist es beinahe unauflöslich, erst 700 Theile Wasser lösen einen Theil auf. Es hat einen dem Chlor oder vielmehr Chlorschwefel ähnlichen Geruch; auf Pflanzenfarben wirkt es etwas zerstörend, die Haut färbt es gelb, welche Farbe wieder bei seiner Verflüchtigung verschwindet. Es schmilzt bei +86,6° R, und siedet ungefähr bei 140° R; sein Dunst besitzt eine schöne violette Farbe, er zeigt sich sogleich, wie man das Jod etwas erhitzt; sein spec. Gewicht ist 8,695, das der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt.

Vorkommen und Darstellung.

§. 167. Außer der Asche der Fucusarten fand man es in der Asche des See- oder Badschwamms und mehrerer Seepolypen, Gorgonien und Seemollusken. Virey vermuthet, daß die Purpurschnecken und andere Mollusken ihre ins Violette spielende Farbe dem Jod verdanken; Krüger, Meißner, Fuchs und Brandes fanden sie in verschiedenen Salzsoolen, und Cantu in verschiedenen Schwefelwassern, welche zugleich salzsaure Salze enthalten; Straub fand davon Spuren in Torfasche bei Hofwyl.

Um das Jod darzustellen, wird die Asche jodhaltiger Pflanzen mit Wasser ausgelaugt, die erhaltene Flüssigkeit wiederholt concentrirt und die abgesetzten Krystalle herausgenommen, bis endlich nichts mehr anschießen will; man erhält dadurch in der zurückbleibenden Mutterlauge das Jod gewöhnlich als jodwasserstoffsaures Kali in Verbindung mit verschiedenen andern Salzen. Man bringt nun in diese Mutterlauge einen Ueberschuß von concentrirter Schwefelsäure, und läßt dieses Gemeng in einer Retorte einige Zeit sieden; die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kali, lige Säure, während das Jod sich in Gestalt violetter Dämpfe verflüchtigt und in die Vorlage übergeht, wo es sich in krystallinischen Blättchen verdichtet.

Verbindungen.

§. 168. Mit gasförmigem Sauerstoff verbindet sich das Jod nicht, wohl aber mit in Entwicklung begriffenem Sauerstoff, und bildet mit ihm die Ueberjodsäure, die Jodsäure und jodichte Säure.

Mit Wasserstoff verbindet es sich sehr leicht, und entzieht diesen einer großen Menge von Körpern, verbindet ihn mit sich, und bildet dadurch eine eigenthümliche Säure, die Jodwasserstoffsäure oder Hydrojodsäure, welche aus gleichen Theilen Wasserstoffgas und Joddunst dem Volumen nach, oder aus 100 Jod und 0,783 Wasserstoff dem Gewicht besteht.

Mit Stickstoff verbindet sich das Jod zu einem schwarzen, pulverförmigen Körper, dem Jodstickstoff, oder Stickstoffjodid, welches

die Eigenschaft hat, im trocknen Zustand oft von selbst, oder wenn er feucht ist, durch einen geringen Stoß unter starker Detonation zu verpuffen. Unter den übrigen Körpern verbindet sich das Jod noch mit dem Schwefel, Phosphor, Chlor und den meisten Metallen; man nennt diese Verbindungen Jodüren.

Anwendungen.

§. 169. Das Jod gehört zu den vorzüglichsten Reagentien auf Stärkemehl, so wie dieses umgekehrt zur Entdeckung des Jods benutzt werden kann. — Um zu entdecken, ob ein Pflanzenstoff wahre Stärke sei, darf man ihn nur mit etwas Wasser befeuchten und einige Stückchen Jod hinzubringen; ist die weiße Substanz Stärke, so zeigt sich sogleich eine blaue Farbe; ist die Menge des Jods gegen die Stärke groß, so entsteht eine indigoblaue Farbe, bei wenig Jod eine violette, und bei noch weniger eine blaßrothe Farbe; ist die Stärke durch Kochen im Wasser aufgelöst, so wird die Lösung durch Schütteln mit Jod allmälig blau. Zu bemerken ist jedoch, daß diese Färbung nicht mehr erfolgt, wenn Körper dabei mit im Spiel sind, welche für sich oder durch Hülfe des Wassers Wasserstoff hergeben und das Jod in Wasserstoffjodsäure umwandeln; namentlich geschieht dieses leicht durch schweflige Säure und durch Schwefelwasserstoff, der sich häufig aus Pflanzenasche entwickelt; durch Zusatz von etwas Chlor, welches den Wasserstoff begierig an sich zieht, kann man diesem Uebelstand abhelfen; auch etwas Salpetersäure läßt sich zu diesem Zweck zusetzen.

In Laboratorien wird das Jod zu verschiedenen Zubereitungen und in neuern Zeiten auch als Medicament*) angewandt, wo es sich vorzüglich in Zertheilung von Drüsengeschwülsten und Kröpfen sehr wirksam zeigt, jedoch nur in geringen Dosen angewandt werden darf, wenn es nicht schädlich wirken soll.

6. Vom Kohlenstoff (Carbonium, C = 7,655).

Benennung und Vorkommen.

§. 170. Die Kohle, wie sie gewöhnlich in der Natur vorkommt, enthält immer zugleich Wasserstoff und verschiedene Alkalien und Erden, welche beim völligen Verbrennen der Kohle in der Asche zurückbleiben; man nannte daher die reine, der Kohle zum Grunde liegende Substanz, den Kohlenstoff, Carbon, Carbonium; er bildet einen wesentlichen Bestandtheil aller thierischen und Pflanzentheile; um die Kohle aus ihnen darzustellen, setzt man Pflanzen oder thierische Körper in einem verschlossenen Gefäß einer anhaltenden Glüh-

*) Die Ehre der Entdeckung, das Jod als Medicament anzuwenden, gebührt Herrn Dr. Straub in Hofwyl, welcher zuerst das Jod im Kropfschwamm auffand, und dann die Anwendung des Jods als Medicament näher in Vorschlag brachte. Siehe Meißners naturwissenschaftlicher Anzeiger. Bern 1820. Nr. 8. S. 39.

Hitze aus, wo die Wasserdünste und flüchtigen Stoffe jener Körper als Gas und Dunst im Rauch weggehen, und die Kohle in Gestalt des verkohlten Körpers zurückbleibt.

Im unorganischen Reich findet sich der Kohlenstoff in der Kohlenblende, in den Steinkohlen, im Reißblei, in schwarzen im Feuer sich weißbrennenden Thonarten; am reinsten findet er sich im krystallisirten Zustand im Diamant.

Eigenschaften.

§. 171. Im Zustand des Diamants ist der Kohlenstoff völlig durchsichtig, in Octaedern krystallisirt, von ausgezeichneter Härte, alle Körper ritzend, ohne von einem geritzt zu werden, und daher häufig zum Glasschneiden benutzt; er hat in diesem dichten Zustand ein spec. Gewicht von 3,5, leitet die Elektricität nicht, bricht das Licht im Verhältniß seiner Dichtigkeit unter allen festen Körpern am meisten, und verbrennt in der Weißglühhitze langsam, wie gewöhnliche Kohle. (Graphit oder Reißblei ist ebenfalls reiner Kohlenstoff, der zuweilen eisenhaltig ist).

Die gewöhnliche Kohle ist im reinen Zustande vollkommen feuerbeständig, fest, geruch- und geschmacklos, und erleidet in einem von der atmosphärischen Luft gehörig abgeschlossenen Raum auch bei der größten Hitze weder eine Verflüchtigung, noch eine Schmelzung; nur in Verbindung mit andern Stoffen verflüchtigt sie sich dunstförmig, und setzt sich als Ruß wieder ab. Sie ist unauflöslich im Wasser, Weingeist, Oelen und Alkalien, wird bei der gewöhnlichen Temperatur weder vom Wasser, noch von der Luft zerstört, ist für die Wärme ein schlechter Leiter; leitet dagegen im gut ausgeglühten Zustand die Elektricität.

Absorptionsfähigkeit der Kohle.

§. 172. Zu den merkwürdigern Eigenschaften der Kohle gehört ihre Fähigkeit, Luftarten, Dünste und Feuchtigkeit oft in bedeutender Menge zu absorbiren; nach Saussüre's Versuchen absorbirt ein Maaß frisch ausgeglühter Kohle 90 Maaße Ammoniakgas, 35 Maaße kohlensaures Gas, 9,25 M. Sauerstoffgas, 7,5 M. Stickgas u. s. w., wobei sich diese Gasarten mehr physisch durch Adhäsion, als chemisch mit der Kohle verbinden, jedoch theilweise auch eine Zersetzung erleiden; Wasserdünste werden in der Kohle gleichfalls in bedeutender Menge absorbirt; sie kann dadurch um 10 bis 12 Procente an Gewicht zunehmen. — In genauer Verbindung steht damit die Eigenschaft der Kohle, Farbstoffe animalischen und thierischen Ursprungs und Gerüche mit sich zu verbinden, wenn die pulverisirte Kohle mit solchen gefärbten oder verunreinigten Stoffen länger in Berührung bleibt oder mit solchen Flüssigkeiten aufgekocht und dann wieder von ihnen geschieden wird; vorzüglich besitzt diese Eigenschaft in höherem Grad die thierische Kohle.

Chemische Verbindungen des Kohlenstoffs mit andern Stoffen.

§. 173. Der Kohlenstoff geht vorzüglich mit dem Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel und Eisen nähere Verbindungen ein; er bildet mit Wasserstoff und Sauerstoff, in verschiedenen quantitativen Verhältnissen organisch verbunden, den Gummi, Schleim, Zucker, das Stärkemehl und verschiedene Pflanzensäuren; mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff oft zugleich in Verbindung mit Schwefel und Phosphor, findet er sich in verschiedenen nähern Bestandtheilen der thierischen Körper, so wie auch in einigen Producten des Pflanzenreichs.

Verbindungen mit Sauerstoff zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure.

§. 174. In Berührung mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft erhitzt, entzündet sich die reine Kohle und brennt mit Gluth ohne Flamme, sobald sich zugleich keine flüchtigen brennbaren Stoffe aus der Kohle entwickeln können; sie geht bei diesem Verbrennen mit dem Sauerstoff in zwei bestimmten Verhältnissen Verbindungen ein, und bildet damit das Kohlenoxydgas und die Kohlensäure.

1) Das Kohlenoxydgas (Oxydum carbonii, $CO = 7{,}655 + 10 = 17{,}655$) besteht aus 1 Maaß Kohlendunst und ½ Maaß Sauerstoffgas, oder aus 43,4 Gewichtstheilen Kohlenstoff und 56,6 Sauerstoff; es besitzt weder Geruch noch Geschmack, mengt sich nicht mit dem Wasser, hat ein spec. Gewicht von 0,9569; 100 rhein. Cubikzolle wiegen 34,38 Grane; es ist zum Brennen nicht tauglich und kann das Leben nicht unterhalten; beim Zutritt von Sauerstoffgas brennt es mit blauer Flamme, wobei es sich in Kohlensäure umwandelt. Es erzeugt sich jedesmal, wenn in hoher Temperatur ein Ueberschuß von Kohlenstoff mit Sauerstoff zusammengebracht wird; es ist die Ursache der blauen Flamme, mit welcher oft frisch angezündete Kohlen brennen, so wie der tödtlichen Wirkungen brennender und langsam glimmender Kohlen in geschlossenen Zimmern.

2) Die Kohlensäure, welche sich bildet, sobald hinreichend Sauerstoff zutreten kann, besteht aus 1 Maaß Kohlendunst und 1 Maaß Sauerstoffgas zu 1 Maaß verdichtet, oder auf 27,67 Gewichtstheilen Kohlenstoff mit 72,33 Sauerstoff; von ihr wird bei den Säuren näher die Rede sein.

Verbindungen mit Wasserstoff.

§. 175. Mit Wasserstoff verbindet sich die Kohle unter vielen Umständen zu gekohltem Wasserstoffgas; man kennt bis jetzt von dieser Verbindung zwei verschiedene Verhältnisse, die oft gemischt unter einander in der Natur vorzukommen scheinen; die Bildungen dieser Luftarten ereignen sich im Grunde von Sümpfen, in Steinkohlenbergwerken, bei der Verdauung im thierischen Körper, bei den von selbst erfolgenden Zersetzungen vieler Producte des Thier- und Pflanzenreichs, so wie auch bei der Destillation dieser Stoffe in hö-

hren Temperaturen. Man unterscheidet diese zwei Verbindungen näher durch folgende Benennungen:

1) Das gekohlte Wasserstoffgas oder Kohlenwasserstoffgas im engern Sinne des Worts (H^2C) oder Sumpfluft, ist das häufig im Grund von Sümpfen und in Bergwerken sich bildende Gas; es ist zum Athmen untauglich, entzündet sich durch Feuer in Berührung mit Sauerstoff, und bildet in Bergwerken die sogenannten schlagenden Wetter; es entweicht auch zuweilen in vulkanischen Gegenden aus Spalten der Erde, und giebt so auch zuweilen zur Entstehung von natürlichen Feuern Veranlassung; es besteht aus 2 Maaß Wasserstoffgas mit ½ Maaß Kohlendunst, welche zu 1 Maaß verdichtet sind; sein spec. Gewicht ist 0,5596; 100 rhein. Cubikzolle wiegen 19,61 Grane.

2) Das doppelt gekohlte Wasserstoffgas oder ölbildende Gas (HC) ist gleichfalls zum Athmen und Brennen der Lichter untauglich, läßt sich aber in Berührung mit Sauerstoff anzünden; es hat einen etwas brenzlichen Geruch; man erhält es in Menge durch Destillation der Steinkohlen, und braucht es daher gewöhnlich zur Gasbeleuchtung. Es enthält doppelt so viel Kohlenstoff, als das gewöhnliche Kohlenwasserstoffgas; 2 Maaß Wasserstoffgas sind in ihm mit 1 Maaß Kohlendunst zu 1 Maaß verdichtet; sein spec. Gewicht ist 0,9816; 100 rhein. Cubikzolle wiegen 34,36 Grane; es erhielt auch die Benennung ölbildendes Gas, weil es die Eigenschaft hat, sich durch Einwirkung des Chlors in einen Stoff von ölartiger Consistenz zu verwandeln.

Verbindung mit Stickstoff zu Blaustoff (Cyanogenium AC^2).

§. 176. Mit Stickstoff verbindet sich der Kohlenstoff zu einem eigenthümlichen Körper, welcher einen der Hauptbestandtheile des Berlinerblaus bildet, und deßwegen die Benennung Blaustoff, Cyan erhielt. Er besteht aus 1 Maaß Stickstoffgas und 1 Maaß Kohlendunst zu 1 Maaß verdichtet, ist in gewöhnlicher Temperatur elastisch flüssig, von ausgezeichnet heftigem durchdringenden Geruch von 1,8604 spec. Gewicht, läßt sich jedoch durch gleichzeitige Anwendung von Druck und Kälte auch in tropfbar flüssige Form bringen; er röthet die Lackmustinctur merklich. Im gasförmigen Zustand läßt er sich an der atmosphärischen Luft durch Feuer anzünden, wobei er unter Entweichung von Stickluft und Bildung von Kohlensäure mit violetter Flamme brennt. Er bildet in Verbindung mit Wasserstoff die durch ihre giftigen Wirkungen und färbenden Eigenschaften merkwürdige Blausäure; mit Sauerstoff zwei Säuren; mit dem Schwefel, Phosphor und den Metallen (im metallischen Zustand) geht er eigenthümliche Verbindungen ein, die Cyanüren genannt werden.

Anwendungen der Kohle.

§. 177. Die Anwendungen der Kohle sind sehr mannigfaltig die wichtigern sind folgende: sie dient

1) als Brennmaterial; in ihrem reinern ausgeglühten Zustand ist man im Stande, durch sie eine intensivere Hitze zu erregen, als dieses durch bloßes Holz möglich wäre.

2) Als Reductionsmittel der Erze; sie entzieht oxydirten Metallen in der Hitze den Sauerstoff, wodurch diese in regulinischen Zustand übergehen.

3) Als feuerfangendes Mittel im Schießpulver in Verbindung mit Schwefel und Salpeter.

4) Als Farbematerial in vielen schwarzen Farben; Elfenbeinschwarz, Reißkohle, Reißblei, Kienruß, Ruß mit fetten Körpern, als Buchdruckerschwärze.

5) Als schlechter Wärmeleiter; Röhren, durch welche man erwärmte Luft leitet, und Behältnisse überhaupt, in welchen man Wärme zusammen halten will, halten die Wärme besser zusammen, wenn sie mit einer Einfassung von Kohlenpulver umgeben werden.

6) Als Mittel, andere Körper gegen Einwirkung der Feuchtigkeit und des Sauerstoffs zu schützen; Eisen in Kohlenpulver eingepackt, ist dadurch weit länger gegen Rost, in Schießpulver gegen das Feuchtwerden gesichert.

7) Als Fäulniß abhaltendes Mittel; thierische Körper in Kohlenpulver eingepackt, erhalten sich ausgezeichnet lange, und vertrocknen nach und nach, ohne zu faulen; Wasser in Fässern, welche innen verkohlt sind, bleibt jahrelang gut und trinkbar; hölzerne Pfosten, deren Oberfläche verkohlt ist, halten sich in feuchtem Erdreich weit länger, als unverkohlte.

8) Als Reinigungsmittel für faules Wasser; es verliert bei wiederholtem Filtriren durch Kohlenpulver und Sand seine fauligen riechenden Stoffe; auch für Luftarten, welche mit faulen riechenden Stoffen erfüllt sind, kann Kohle als Reinigungsmittel benutzt werden.

9) Als Entfärbungs- und Klärungsmittel verschiedener Flüssigkeiten, namentlich des Honigs, der Syrupe, gefärbter Salzauflösungen; gefärbter Essig wird dadurch klar; Getreidebranntwein verliert dadurch seinen Fuselgeruch.

10) Als Beförderungsmittel der Vegetation; durch die dunkle Farbe der Kohle erwärmen sich kohlen- und humusreiche Erdarten stärker, als heller gefärbte, während sie zugleich eine größere Absorptionsfähigkeit für Luft und Feuchtigkeit besitzen; dunkelgefärbte Wände, an welchen Pflanzen gezogen werden, erwärmen sich mehr, als heller gefärbte; die Kohle bildet zugleich selbst einen der wesentlichsten Bestandtheile des Humus und aller Düngungsmittel.

11) Kohle, in Verbindung mit Eisen, bildet den Stahl, der sich durch Elasticität und Härte vor gewöhnlichem Eisen auszeichnet.

7. Vom Schwefel (Sulphur, S = 20).

Eigenschaften.

§. 178. Der Schwefel, welcher schon den ältesten Naturforschern bekannt war, ist in der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre fast hellgelb, brüchig, leicht zerreiblich, von 1,99 spec. Gewicht; er leitet die Elektricität nicht, knistert durch die Erwärmung mit der Hand, fängt schon bei 62° R an, sich dampfförmig zu verflüchtigen, wird bei einer der Siedhitze des Wassers sich nähernden Temperatur etwas weich, schmilzt bei 86° bis 87° R, wobei er rothbraun und dünnflüssig wird; bei 120° R fängt er in Berührung mit Sauerstoffgas Feuer und brennt mit bläulichweißer Flamme unter Verbreitung eines durchdringenden unerträglichen Geruchs; bei fortgesetzter Schmelzung und Erhöhung der Temperatur in Gefäßen, welche von der Luft abgeschlossen sind, nimmt er bei 160° R neue Eigenschaften an; er wird hyacinthroth, zäh, verdickt sich und behält, wenn er in diesem Zustand in kaltes Wasser gegossen wird, einige Zeit eine weiche wachsähnliche Consistenz, erhält jedoch nachher beim langsamen Abkühlen wieder seine gewöhnliche gelbe Farbe und Festigkeit, weßwegen er auf diese Art auch zu Schwefelabdrücken benutzt wird; bei 239° R siedet er und verflüchtigt sich in gelben Dämpfen, die sich in der Kälte wieder als flüssiger Schwefel oder Schwefelblumen absetzen.

a) Merkwürdig ist, daß der Schwefel nach Faraday, ob er gleich erst bei 86 bis 87° R schmilzt, doch unter gewissen Umständen beim Erkalten in völliger Ruhe zuweilen weit länger auch in geringern Temperaturen, die + 30° R nicht übersteigen, noch flüssig bleibt, bei der geringsten Berührung aber plötzlich erstarrt *).

Vorkommen in der Natur.

§. 179. Der Schwefel ist in der Natur sehr verbreitet, theils rein im gediegenen Zustande, theils in Verbindung mit andern Stoffen. Im Mineralreich findet er sich gediegen in verschiedenen, sowohl ältern, als jüngern Gebirgsarten, häufig setzt er sich in den Spalten noch thätiger Vulkane ab; noch häufiger findet er sich im verbundenen Zustand theils mit Metallen in vielen Erzen in Verbindung mit Eisen, Blei, Zink, Kupfer, Quecksilber, Spießglanz u. a., theils in Verbindung mit Sauerstoff, Erden und Alkalien in natürlichen schwefelsauren Salzen, im Gyps, Alaun, Bittersalz, Glaubersalz u. a. In den Mineralquellen findet er sich theils in Luftform an Wasserstoff gebunden, theils in den Salzen des Wassers, sehr selten auch in Quellen als freie Schwefelsäure, wie Humboldt eine solche Quelle in Amerika beobachtete **). Im Pflanzenreich findet

*) Siehe Poggendorfs Annalen der Physik. Bd. 7. S. 241. Jahrg. 1826.

**) Ueber den Vulkan Puracu und den daselbst entspringenden Essigfluß von Humboldt. Annales de Chimie. Tom. 27. p. 113.

er sich in geringer Menge in vielen kreuzförmigen Pflanzen (Cruciaten), in den Blüthen der Linden, des Holders, Ysops, Melilotenklees, in den Samen von Dill, Kümmel, Fenchel, in den Wurzeln des Löffelkrauts u. a. *). Im thierischen Körper findet er sich vorzüglich im Eyweiß und Eygelb; bei der Fäulniß thierischer Stoffe entwickelt er sich in Verbindung mit Wasserstoff nicht selten dunstförmig.

Gewinnung des Schwefels.

§. 180. Man gewinnt den Schwefel im Großen theils aus den Erden, mit welchen er gemischt in der Nähe von Vulkanen vorkommt, theils aus den sogenannten Kießen, den Verbindungen des Schwefels mit Metallen; um ihn rein zu erhalten, erhitzt man diese schwefelhaltigen Stoffe in Retorten oder Oefen ohne Zutritt der Luft, wobei sich der Schwefel verflüchtigt und sich in besondern großen Vorlagen oder Kammern in Form von Schwefelblumen oder als flüssiger Schwefel ansammelt.

Verbindungen des Schwefels.

Schwefel und Wasser, Schwefelmilch.

§. 181. Der Schwefel ist im Wasser unauflöslich; wird aber Schwefel im Wasser suspendirt, indem man ihn aus wässerigen Auflösungen niederschlägt, wodurch man die sogenannte Schwefelmilch erhält, oder gießt man Wasser auf schmelzenden Schwefel, so erhält er eine gelblichweiße Farbe. Man hielt diesen weißlichen Schwefel lange Zeit für ein Hydrat; neuere Versuche von Bischof **) zeigten jedoch, daß die Schwefelmilch im trocknen Zustand fast kein oder nur sehr wenig Wasser gebunden enthält, und die helle Farbe wahrscheinlich blos von einem verschiedenen Aggregatzustand herrührt; durch Schmelzen kehrt die gewöhnliche gelbe Farbe des Schwefels wieder zurück.

Schwefel und Sauerstoff, Schwefelsäure.

§. 182. Wird Schwefel an der freien Luft verbrannt, so verbreitet sich ein stechendsaurer Geruch, es bildet sich dampfförmige unvollkommene schweflige Säure, welche erst durch weitere Oxydation in vollkommene Schwefelsäure übergeht. Bis jetzt kennt man 4 Verbindungen des Schwefels mit Sauerstoff; sie erhielten die Benennungen: unterschweflige Säure, schweflige Säure, Unterschwefelsäure und Schwefelsäure; die Verhältnisse ihrer Zusammensetzungen sind so beschaffen, daß sich der Sauerstoff in ihnen, wie die Zahlen 1, 2, 2½ und 3, verhält; von ihnen wird näher bei den Säuren die Rede sein.

---

*) Schweiggers Journal der Chemie. Neue Reihe. 6ter Band S. 280.

**) Trommsdorffs Journal für Pharmacie. 9ter Band. S. 147.

Schwefel- und Wasserstoff, Hydrothionsäure.

§. 183. Der Schwefel geht mit dem Wasserstoff zwei Verbindungen ein, von welchen die eine tropfbar, die andere gasförmig ist; erstere ist unter dem Namen des hydrogenirten Schwefels (hydrure de soufre), einer ölartigen Flüssigkeit von einem Geruch und Geschmack nach faulen Eyern, letztere unter dem Namen Schwefelwasserstoffgas, Hydrothiongas oder Hydrothionsäure bekannt; letzteres enthält weit mehr Wasserstoff, als ersteres; bringt man flüssigen hydrogenirten Schwefel an die Luft, so entweicht Schwefelwasserstoffgas und es scheidet sich wieder Schwefel in Flocken ab.

Das Schwefelwasserstoffgas (HS), früher auch hepatisches Gas genannt, besteht dem Gewicht nach aus 93,87 Schwefel und 6,13 Wasserstoff oder, (nach andern Angaben: aus 94,1 Schwefel und 5,9 Wasserstoffgas), dem Volumen nach aus gleichen Theilen Wasserstoffgas und Schwefeldampf; es ist von 1,1912 spec. Gewicht; 100 Cubikzolle wiegen 41,73 Grane, es hat einen unerträglichen Geruch und Geschmack nach faulen Eyern, ist unathembar, tödtet Thiere, welche in solches gebracht werden, schnell, brennt in Berührung mit Sauerstoff mit bläulicher Flamme, röthet die Lackmustinctur schwach, weßwegen es auch Schwefelwasserstoffsäure oder Hydrothionsäure genannt wurde; es schwärzt die meisten Metalle, wobei sich diese mit dem Schwefel verbinden und das Gas zersetzen. Das Wasser nimmt beinahe sein dreifaches Volumen Schwefelwasserstoffgas auf und bildet dadurch flüssige Schwefelwasserstoffsäure oder so genanntes Schwefelwasser.

a) Man erhält dieses Gas reichlich, wenn man einer Verbindung des Schwefels mit Alkalien oder Metallen Wasser und Schwefelsäure oder Salzsäure zusetzt, wobei sich das Wasser zersetzt und der Wasserstoff in Verbindung mit Schwefel entweicht; zu diesem Zweck darf man jedoch keine Säure anwenden, welche dem Schwefelwasserstoff den Wasserstoff entzieht und ihn dadurch zersetzt, wie dieses durch Chlor oder Salpetersäure geschehen würde.

Schwefel und Kohle, Schwefelalkohol (Bisulphuretum carbonii = HS^2).

§. 184. Der Schwefel bildet mit der Kohle einen merkwürdigen flüssigen Körper, welcher von Lampadius im Jahr 1796 entdeckt und Schwefelalkohol genannt wurde; er besteht aus 84,84 Gewichtstheilen Schwefel und 15,16 Kohlenstoff, er wurde daher auch Schwefelkohlenstoff oder flüssiger Kohlenschwefel genannt. Er ist tropfbar flüssig, wasserhell, höchst dünnflüssig, hat nächst dem Diamant die stärkste lichtbrechende Kraft, einen eigenthümlichen stark durchdringenden Geruch, einen anfänglich stark kühlenden und nachher etwas brennenden Geschmack, verflüchtigt sich schnell schon in der gewöhnlichen Temperatur, erregt dadurch ein starkes Gefühl von Kälte, die Temperatur eines mit einem feinen baumwollenen Zeug umgebenen und damit benetzten Thermometers kann dadurch von + 10 bis — 20° R erniedrigt und bei — 10 und trockner

Luft selbst das Quecksilber zum Gefrieren gebracht worden; er selbst bleibt noch flüssig bei — 50° R. Sein spec. Gewicht ist 1,275, er siedet unbedeckt bei 32° R, unter Bedeckung mit Wasser bei 35 — 36° R, er entzündet sich leicht, wobei sich Kohlensäure und schweflige Säure bilden. Er bildet ein Auflösungsmittel vieler brennbarer Körper; in 1000 Gran Schwefelalkohol lösen sich bei + 10° R 1856 Gran Phosphor, 209 Gr. Schwefel, 250 Gr. Jod, 4000 Gr. Kampher, 660 Gr. Sandarak, 800 Gr. Colophonium, 721 Gr. Mastix auf; alle fetten Oele, thierischen Fette, Aetherarten, so wie die meisten ätherischen Oele, vereinigen sich mit ihm in unbestimmten Verhältnissen. — Die Verbindung des Phosphors mit Schwefelalkohol hat das Eigene, von selbst erfolgende Entzündungen zu veranlassen, wenn man Druckpapier, Schießpulver oder andere leicht brennbare Körper mit dieser Auflösung benetzt und an der freien Luft trocknen läßt.

a) Man erhält den Schwefelalkohol, wenn man Schwefeldämpfe oder fließenden Schwefel durch Kohlen, welche in einer Porzellanröhre glühen, streichen läßt; oder im Großen vortheilhafter, wenn man Schwefelkieße, welche von Natur Kohle beigemengt enthalten, einer Destillation in feuerfesten Retorten unterwirft, wobei die Hitze bis zur Rothweißglühhitze steigen muß *).

Schwefel und Metalle, Schwefelsalze, Sülfüren und Sülfide.

§. 185. Die Verbindungen des Schwefels mit Metallen werden überhaupt Schwefelmetalle genannt, im Besonderen durch den Namen des Metalls unterschieden: Schwefeleisen, Schwefelkupfer, Schwefelkalium, Schwefelnatrium.

In der chemischen Wechselwirkung zwischen Schwefel und einem Metall, verhält sich der Schwefel ähnlich dem Sauerstoff, er beraubt sie ihrer charakteristischen Eigenschaften, ihrer Structur, ihrer Farbe, ihres Glanzes, (er verändert wenigstens denselben), und wenn er durch Erhitzung dampfförmig geworden, ist der Act der Verbindung bei vielen mit Feuererscheinungen verbunden.

Noch mehr tritt diese Aehnlichkeit darin hervor:

1) Daß es Stufen der Schwefelung, wie der Sauerstoffung, giebt und zwar so, daß ein Metall das doppelte Gewicht an Schwefel in sich aufnimmt, als es Sauerstoff gebraucht haben würde, um ein Oxidül oder Oxyd zu sein: 101 Gewth. Quecksilber z. B. gebrauchen 8 Gewth. Sauerstoff um Oxyd zu werden und 16 Theile Schwefel zur Bildung des Zinnobers;

2) darin, daß Schwefelmetalle mit Schwefelmetallen zu neuen Verbindungen zusammentreten, in welchen sie sich ganz so, wie Oxyde, zu Säuren in den Sauerstoffsalzen, zu einander verhalten

*) Siehe Lampadius über den Schwefelalkohol und dessen Anwendung u. s. w. Freiberg bei Craz und Gerlach. 1826.

und eben darum auch Schwefelsalze genannt werden: Schwefelantimon mit Schwefelsilber = Dunkel Rothgiltigerz.

Schwefelkalien, Schwefelleber.

§. 186. Die Verbindungen des Schwefels mit den leichten Metallen, Kalium, Natrium, Calcium wurden sonst, nach ihrer braunen Farbe, Schwefellebern oder Schwefelalkalien genannt. Man erhält sie durch Glühen der reinen oder kohlensauren Kalien mit Schwefel, wobei die Kohlensäure verjagt und das Metall reducirt wird, oder durch Glühen der schwefelsauren Salze dieser Kalien mit Kohlenpulver, wodurch die Schwefelsäure zersetzt wird. Mit gewässerten Säuren behandelt, entbinden sie, wie andere Metalle, Schwefelwasserstoff, mittels Zersetzung des Wassers, dessen Sauerstoff mit dem Metall, und dessen Wasserstoff mit dem freiwerdenden Schwefel sich verbindet.

Anwendungen des Schwefels.

§. 187. Der Schwefel findet sehr mannigfaltige Anwendungen, die wichtigern sind folgende:

1) Seine Wohlfeilheit und Eigenschaft, leicht zu brennen, macht, daß man ihn zu diesem Zweck in verschiedenen Formen, als Schwefelfäden, Schwefelschnitten, Schwefelhölzchen anwendet.

2) Mit Salpeter und Kohle giebt er das Schießpulver.

3) In Verbindung mit Quecksilber den Zinnober.

4) Mit Kali geschmolzen die Kalischwefelleber, mit Kalk geschmolzen die Kalkschwefelleber.

5) Mit Eisen das Schwefeleisen; ähnliche Verbindungen bildet er mit mehreren andern Metallen.

6) Das in der Glühhitze leicht erfolgende Angreifen und Verbinden des Schwefels mit Eisen läßt sich benutzen, um Löcher durch Eisenplatten zu bohren; eine Schwefelstange, welche an Eisenplatten von ½ bis 1 Zoll Dicke bis zur Rothglühhitze erhitzt gehalten wird, durchlöchert diese in Zeit von 14 bis 15 Secunden, wobei die Löcher genau die Gestalt der angewandten Schwefelstange erhalten.

7) Die Schwefelalkalien dienen zum Bleichen, man kocht zu diesem Zweck einen Theil feingestoßenen Schwefel mit vier Theilen frischgebranntem Kalk und 40—50 Kalk, man erhält dadurch flüssigen Schwefelkalk, in welchem die zu bleichenden Gespinnste und Gewebe 6—8 Stunden lang gekocht werden, wobei die Structur der Faser nicht leidet *).

8) Durch Verbrennen des Schwefels erhält man die Schwefel- und schweflige Säure; durch Verbrennen des Schwefels mit Kupfer, Eisen und Zink bereitet man zum Theil den zu Gewerben nöthigen Eisen-, Kupfer- und Zinkvitriol.

---

*) Versuch über die Theorie und Praxis des Bleichens, nebst Erfahrungen über den Schwefelkalk von W. Higgins. Halle 1802 bei Rengger u. Dinglers polytechnisches Journal. 1824. 14ter Band. S. 432.

9) Um seidene und wollene Zeuge zu bleichen, setzt man diese den (sich durch brennenden Schwefel bildenden) Dämpfen der schwefligen Säure aus.

10) Zum Einbrennen der Fässer bedient man sich des Schwefels, um dadurch das in dem leeren Theil der Fässer befindliche Sauerstoffgas zu zerstören.

11) Das Schwefelwasserstoffgas dient zu künstlichen und natürlichen Schwefelbädern; durch seine Eigenschaft, die Metalle zu schwärzen, dient es als Entdeckungsmittel derselben.

12) Der Schwefelalkohol läßt sich zur Erzeugung sehr hoher Kältegrade anwenden, zu Thermometern, welche auch bei sehr großer Kälte nicht gefrieren, zu schnell trocknenden Firnissen, auch als Reagens auf Jod, welches damit eine rothe Auflösung bildet.

13) Als Medicament wird der Schwefel theils rein, theils in verschiedenen seiner Präparate in Anwendung gebracht; er wirkt meist als reizendes, oft die Thätigkeit der Haut vermehrendes Mittel; auch der Schwefelalkohol wurde in neuer Zeit von Lampadius als Medicament in Vorschlag gebracht.

8. Vom Phosphor (Phosphorus, P = 19,615).

Eigenschaften.

§. 188. Der Phosphor ist eine gelblich weiße, durchscheinende, fettglänzende Masse von wachsartiger Consistenz, von 1,77 specifischem Gewicht, etwas knoblauchartigem Geruch, in der freien Luft bei der gewöhnlichen Temperatur Dämpfe ausstoßend, die im Dunkeln leuchten, säuerlich riechen, Lackmuspapier röthen und von einem schwachen Verbrennen desselben herrühren. Dem Licht ausgesetzt färbt er sich im luftleeren Raum, so wie auch im Wasser- und Stickstoff roth; er schmilzt bei 34,4° R zu einer öläbnlichen Flüssigkeit, bleibt aber dann in der Ruhe beim Erkalten bis 32° R flüssig; bei 53° R entzündet er sich; durch Reiben geschieht dieses auch schon bei bedeutend geringern Temperaturen, wodurch er leicht feuergefährlich wird; er brennt sehr rasch und heftig mit einem blendend weißen Licht; er siedet nach Heinrich bei 200° R.

Vorkommen.

§. 189. Der Phosphor findet sich zwar in allen drei Reichen der Natur, jedoch immer nur in Verbindung mit Sauerstoff als Phosphorsäure an andere Körper gebunden. Im Mineralreich findet er sich im Apatit, Grünbleierz, Raseneisenstein u. a., im Pflanzenreich in den Hülsen der Getreidearten, im Kleber, in der Hefe, in der Asche vieler Pflanzen, namentlich der Hülsenfrüchte, in der Torfasche; im Thierreich in großer Menge in den Knochen und Zähnen der höhern Thiere, als phosphorsaurer Kalk, in Verbindung mit verschiedenen andern Stoffen im Urin, in der Milch, Käse, Hirn und Nervensubstanz.

Darstellung und Bereitungsart.

§. 190. Man bereitet den Phosphor aus eingedicktem Urin oder aus Knochen, letztere Bereitungsart wird häufiger angewandt. Die Knochen werden zu diesem Zweck zuerst geglüht, und im weiß gebrannten Zustand mit Schwefelsäure übergossen, welche die Kalkerde mit sich verbindet und die Phosphorsäure abscheidet, die nun wieder eingedickt, mit Kohlen gemengt, einer trocknen Destillation unterworfen, den Phosphor liefert. Der Sauerstoff der Phosphorsäure verbindet sich bei dieser Operation mit der Kohle und entweicht als Kohlensäure, und der Phosphor geht flüssig in die Vorlage über, wo er unter Wasser aufgefangen wird.

Verbindungen des Phosphors.

§. 191. Der Phosphor verbindet sich in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff, mit Wasserstoff, Schwefel, Chlor, Jod, und fast allen Metallen; er löst sich in fixen und flüchtigen Oelen, in reinem Alkohol und den Aetherarten etwas auf und bildet damit leuchtende Gemische.

Verbindungen des Phosphors mit Sauerstoff.

§. 192. Mit dem Sauerstoff geht der Phosphor vier verschiedene Verbindungen ein, welche Phosphorsäure, phosphorige Säure, unterphosphorige Säure und Phosphoroxyd genannt werden. Das rothe Phosphoroxyd entsteht zugleich mit der Phosphorsäure, wenn man Phosphor unter Wasser mit Sauerstoffgas entzündet oder auf Glas oder andern Körpern in freier Luft verbrennt, wo sich die Stelle, auf welcher der Phosphor lag, mit einer weißen Rinde überzieht, die beim Abkühlen feucht und roth wird; spült man durch Wasser die Phosphorsäure weg, so bleibt das Phosphoroxyd als ein dunkelrothes Pulver zurück.

Von den Säuren wird weiter unten die Rede sein.

Phosphor-Wasserstoffgas.

§. 193. Mit dem Wasserstoff geht der Phosphor nur eine Verbindung ein zu Phosphorwasserstoff. Man erhält es, wenn man Wasser mit Hülfe von Phosphorkalium oder -Calcium (siehe §. 196.) zerlegt, oder wenn man ein Gemeng aus gebranntem Kalk, Wasser und Phosphor der Hitze aussetzt, wobei ein Theil des Wassers zersetzt wird und der Wasserstoff mit dem Phosphor diese Gasart bildet, welche sich in Blasen aus dem Wasser entwickelt. Dieses Phosphor-Wasserstoffgas besitzt einen sehr unangenehmen knoblauchartigen Geruch, ein spec. Gewicht von 0,9022; 100 rhein. Cubikzolle wiegen 31,9 Grane; es enthält nach Thomson ein dem seinigen gleiches Volumen Wasserstoffgas; es hat die Eigenschaft, sich von selbst zu entzünden, so wie es die atmosphärische Luft berührt. — Das Wasser löst nur wenig von diesem Gas auf, ungefähr $\frac{1}{47}$ seines Volumens bei + 8° R; die Auflösung hat eine gelbe Farbe, einen bittern Geschmack und Geruch nach Phosphor-Wasserstoff.

a) Die leuchtenden Erscheinungen, welche unter dem Namen der Irrwische bekannt sind und sich vorzüglich da zeigen, wo thierische und vegetabilische Körper faulen, verdanken wahrscheinlich ähnlichen Gasarten in Verbindung mit sich verflüchtigenden organischen Ueberresten ihre Entstehung; auch die zuweilen sich ereignenden leuchtenden Erscheinungen bei faulenden Thieren, und der widrige Geruch, welcher bei vielen Fäulungserscheinungen bemerkt wird, ist wahrscheinlich gleichfalls Erfolg eines schwachen Verbrennungsprocesses phosphorhaltiger Stoffe.

Schwefel und Phosphor.

§. 194. Der Phosphor läßt sich mit dem Schwefel in vielen Verhältnissen zusammenschmelzen; diese Verbindungen zeigen das Merkwürdige, schon bei einer geringern Temperatur zu schmelzen, als der Phosphor hierzu nöthig hat; ein Gemeng von gleichen Theilen Schwefel und Phosphor schmilzt schon bei + 4° R, sie haben die Eigenschaft, bei der Erwärmung unter Wasser dieses schnell zu zersetzen, wobei schon durch kleine Quantitäten bedeutende Detonationen entstehen; es bildet sich dabei Schwefel-Wasserstoffgas, Phosphorsäure und phosphorige Säure.

Phosphor und Metalle.

§. 195. Die Metalle gehen mit dem Phosphor ähnliche Verbindungen ein, wie mit dem Schwefel; auch bei diesen Verbindungen bemerkt man ähnliche bestimmte verschiedene Verhältnisse.

Alle Phosphormetalle sind fest und geruchlos, die meisten besitzen Metallglanz und sind krystallisirbar, sie sind schmelzbarer, als das Metall, welches sie enthalten, alle sind spröde, oft ist dieses in dem Grade, daß eine kleine Menge Phosphor hinreicht, das geschmeidigste Metall spröde zu machen. — Man erhält sie durch Zusammenschmelzen der Metalle theils mit dem Phosphor, theils mit phosphorsauren Salzen in Verbindung mit Kohle, welche die Phosphorsäure zersetzt.

a) Eisenerze, welche etwas phosphorsaures Eisen enthalten, geben daher in der Hitze gewöhnlich sprödes Eisen, welches zwar zu Gußwaaren benutzt werden kann, aber zu Stabeisen untauglich ist.

Phosphor mit den Metallen der Alkalien und alkalischen Erden.

§. 196. Auch mit den Alkalien und alkalischen Erden geht der Phosphor ähnliche Verbindungen ein, wie der Schwefel; die Alkalien zerlegen sich dabei, und man erhält dadurch Verbindungen des Phosphors mit den diesen Alkalien zu Grunde liegenden Metallen. Sie zeigen das Merkwürdige, das Wasser schon bei der gewöhnlichen Temperatur zu zerlegen, wobei sich viel Phosphor-Wasserstoffgas bildet; man bedient sich daher dieser Verbindungen gewöhnlich, um diese Gasart zu erhalten.

a) Man erhält den Phosphorkalk oder das Phosphorcalcium, wenn man auf 39 Theile lebendigen Kalk (Calciumoxyd), der

zur Entfernung des angezogenen Wassers in einem weiten, mit einem Kreidestöpsel zu verschließenden Kolben schon einige Zeit stark glüht, nach und nach in Stückchen einen Gemengtheil gut getrockneten Phosphor wirft, öfters schüttelt und dann in dem verstopften Kolben erkalten läßt; das erhaltene Phosphorcalcium zersetzt das Wasser in gewöhnlicher Temperatur mit großer Lebhaftigkeit; mit Salzsäure, die mit zwei Theilen Wasser verdünnt ist, entwickelt sich aus demselben schnell viel Phosphor-Wasserstoffgas; ein Loth Phosphorkalk giebt 70 Cubikzolle dieser Gasart.

Anwendungen des Phosphors.

§. 197. Man bedient sich des Phosphors im reinen Zustand 1) zur Verfertigung von Feuerzeugen; diese bestehen aus gut schließbaren Glasfläschchen mit geschmolzenem Phosphor; taucht man in ein solches Fläschchen ein Schwefelhölzchen, reibt es ein wenig auf dem Phosphor und zieht es zurück, so entzündet es sich an der Luft; sollte es nicht sogleich Feuer fangen, so geschieht dieses schnell, wenn man es auf einem Korkstöpsel oder etwas Filz abreibt.

2) Zur Zerlegung von Gasgemengen, namentlich der atmosphärischen Luft; bringt man etwas Phosphor in ein Gasgemeng, welches Sauerstoffgas enthält, so wird dieses vom Phosphor absorbirt.

3) Als Reagens zur Abscheidung des Kupfers, Silbers und Golds aus ihren Auflösungen in Säuren in metallischer Gestalt.

4) Zur Bereitung der reinen Phosphorsäure.

5) Als Medicament; in Alkohol, Aether oder Oelen aufgelöst, wirkt er auf den thierischen Körper als ein heftiges allgemeines Reizmittel; in schwachen Gaben wirkt er reizend auf die Geschlechtstheile, und in zu starken Gaben führt er heftige Entzündungen und den Tod herbei.

9. Vom Bor oder Boron (Borum, B = 6,955).

§. 198. Das Bor ist die verbrennliche Basis der Boraxsäure, welche im Borax an Natrum gebunden ist; es kann aus dieser Säure durch Kalium oder Natronium, oder durch verstärkte Elektricität dargestellt werden. Es ist ein fester, pulveriger, dunkel-grünlich brauner Körper, ohne Geschmack und Geruch, schwerer als Wasser, ein Nichtleiter der Elektricität, unschmelzbar und feuerbeständig. Bei der gewöhnlichen Temperatur verbindet er sich nicht mit dem Sauerstoffgas, erst bei einer Temperatur etwas unter der Rothglühhitze verbrennt er mit glänzendem Licht unter Funkensprühen, wobei sich ein schwarzes Boronoxyd und die Boraxsäure bildet, von ihr wird unten bei den Säuren die Rede sein. Der Sauerstoff ist beinahe der einzige einfache Körper, mit welchem man bis jetzt das Bor in Verbindung bringen konnte. Anwendungen lernte man bis jetzt von diesem Stoff noch keine kennen.

10. Vom Selen (Selenium, Se = 49,59).

§. 199. Das Selen ist ein erst in neuern Zeiten von Berzelius entdeckter Körper. Er fand ihn zuerst in dem Schwefel, welcher zu Fahlun durch Rösten der Schwefelkiese gewonnen wird; später wurde er auch im Vitriol in Böhmen und in verschiedenen Erzen gefunden.

Das Selen ist im reinen metallischen Zustand metallisch glänzend, von dunkler ins Rothbraune spielender Oberfläche, mit bleifarbigem, etwas glasartigem Bruch, gepülvert von dunkelrother Farbe; in der gewöhnlichen Temperatur ist es fest, von 4,30 bis 4,32 spec. Gewicht, leicht zerreiblich, spröd, geruch- und geschmacklos. Es ist schon bei 80° R. schmelzbar und läßt sich im halbflüssigen Zustand zwischen den Fingern in Fäden ziehen; beim Erhitzen unter dem Zutritt der Luft verbreitet es einen auffallenden Rettiggeruch, es siedet noch unter der Rothglühhitze, und verflüchtigt sich dann in dunkelgelben Dämpfen; es ist im Wasser, Alkohol, Aether, ätherischen Oelen unauflöslich, löst sich aber, wie der Schwefel, in geschmolzenem Wachs, in Fett und fetten Oelen auf; er verbindet sich mit Phosphor, Schwefel und Metallen; mit Sauerstoff zu einem Oxyd und zu 2 Säuren mit Wasserstoff zur Selen-Wasserstoffsäure. Anwendungen fand es bis jetzt noch keine; seine Verbindungen mit Metallen und Oxyden brennen mit dunkelrother Farbe.

11. Vom Fluor.

§. 200. Noch gelang es bis jetzt nicht, die Flußsäure in ihre Bestandtheile zu zerlegen; das ihr zu Grund liegende Radical wurde, den übrigen einfachen Stoffen entsprechend, Fluor oder Fluorin genannt; man hält sie wahrscheinlicher für eine Wasserstoff- als für eine Sauerstoffsäure. Sie wurde zuerst im Flußspath, später auch im Topas, Glimmer, Hornblende und einigen Mineralwässern; ebenso in Producten des Thierreichs, in den Zähnen, Knochen und dem Harn der Menschen gefunden; von ihr wird bei den Säuren noch die Rede sein.

12. Vom Silicium und der Kieselerde.

§. 201. Das Silicium oder Kiesel erscheint als ein dunkelbraunes Pulver ohne Glanz, es ist unschmelzbar, im geglühtem Zustand in keiner Säure auflöslich, 48 Theile verbinden sich mit 58 Theilen Sauerstoff zu Kieselerde.

§. 202. Die Kieselerde ist weiß, fühlt sich rauh an, knirscht zwischen den Zähnen, hat ein spec. Gewicht von 2,66., ist im Schmelzofen unschmelzbar, schmilzt aber vor der Flamme einer Weingeistlampe, auf welche Sauerstoff geblasen wird, zu einem hellen, farbenlosen Glase. Sie ist nur in der Flußspathsäure auflöslich und selbst eine Säure.

Zweite Abtheilung.

Von den metallischen Stoffen.

Allgemeine Charaktere. §. 203. Die Metalle sind einfache, beinahe vollkommen undurchsichtige, mit eigenthümlichem Glanz versehene schmelzbare Körper, welche Politur annehmen, Wärme und Elektricität gut leiten, im Wasser unauflöslich sind und in verschiedenen Verhältnissen mit dem Sauerstoff Verbindungen eingehen; sie bilden mit weniger Sauerstoff Sauerstoffoxyde, welche gewöhnlich mehr oder weniger erdartige Körper darstellen, mit mehr Sauerstoff bilden verschiedene derselben eigenthümliche Säuren.

Die einzelnen Metalle unterscheiden sich durch ein verschieden großes specifisches Gewicht, durch Verschiedenheiten in der Farbe, Dehnbarkeit, Sprödigkeit, Härte, Schmelzbarkeit, Feuerbeständigkeit, Oxydirbarkeit und durch die verschiedenen Verbindungen, welche sie mit andern Körpern eingehen; die schwerer oxydirbaren Metalle nannte man auch edle, die übrigen unedle Metalle.

Betrachtung der einzelnen Eigenschaften der Metalle.

Dichtigkeit. §. 204. Die meisten Metalle besitzen ein sehr großes specifisches Gewicht, das Gold ist 19, Platin selbst 21mal schwerer als Wasser; man hielt diese große Dichtigkeit ehedem für ein wesentliches Merkmal der Metalle vor andern Körpern, bis erst neuere Untersuchungen zeigten, daß die metallischen Grundlagen der Alkalien und mehrerer Erden bedeutend leichter sind, so daß einige selbst das Gewicht des Wassers nicht erreichen. Man theilt die Metalle in dieser Rücksicht in neuern Zeiten in leichte und schwere Metalle, wobei man zu den erstern die metallischen Grundlagen der Alkalien und Erden, zu den letztern die übrigen ältern Metalle zählt.

Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit. §. 205. Die Metalle zeigen in Beziehung auf Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit viele Verschiedenheiten; mehrere besitzen die Fähigkeit, sich in Drähte ziehen und unter dem Schlage des Hammers, oder Druck von Streckwerken in Platten oder Blech ausdehnen zu lassen; Gold und nächst diesem Silber gehört in dieser Beziehung zu den dehnbarsten Metallen. Nicht immer steht jedoch die Streckbarkeit (Ductilität) mit der Hämmerbarkeit in directem Verhältniß. Aus dem Eisen lassen sich sehr feine Drähte, aber nicht sehr dünne Bleche verfertigen; das Zinn steht in Ansehung der Hämmerbarkeit vor dem Zink, in Ansehung der Streckbarkeit zu Drähten steht es ihm nach; Kupfer läßt sich dünner schlagen als Eisen, letzteres läßt sich dagegen zu feinern Drähten ziehen.

Zähigkeit oder Tenacität. §. 206. Man bezeichnet damit die Eigenschaft, welche die geschmeidigen Metalle besitzen, in Form von Stangen oder Drähten ein gewisses Gewicht zu tragen, ohne zu reißen; dieses Verhältniß steht mit der Dehnbarkeit nicht immer in directem Verhältniß. Das Eisen übertrifft in Zähigkeit bedeutend alle übrigen Metalle; ihm zunächst folgt Stahl, auf welchen die übrigen der häufiger angewandten Metalle in folgender Ordnung folgen: geschla-

gerades Kupfer, gegossenes Kupfer, feines gelbes Messing (eine Metallmischung aus Kupfer und Zink), Platin, Silber, Gold, Zinn, Zink, Blei.

§. 207. In Ansehung der Härte finden nicht weniger Verschiedenheiten Statt, ohne daß diese Eigenschaft mit der Dichtigkeit in näherem Verhältniß stünde; manche Metalle ritzen fast alle Körper, wie Stahl und Eisen; andere werden dagegen sehr leicht von den meisten Körpern geritzt, wie Zinn und Blei. Nach Thomson besitzen das Wolfram und Palladium die größte Härte; darauf folgen nach der Reihe das Mangan, Eisen, Nickel, Platin, Kupfer, Silber, Wißmuth, Gold, Zink, Antimonium, Kobalt, Zinn, Blei.

Härte.

§. 208. Mit Ausnahme des Quecksilbers sind alle Metalle in der gewöhnlichen Temperatur fest; sie gehen bei sehr verschiedener Temperatur in flüssigen Zustand über; einige schmelzen schon unter der Rothglühhitze, man nennt diese leichtschmelzbare oder leichtflüssige Metalle, wohin das Blei, Zinn, Wißmuth, Zink und die Metalle der Alkalien gehören; andere schmelzen erst über der Rothglühhitze, wie Silber, Kupfer, Gold, Eisen; diese werden streng- oder schwerflüssige Metalle genannt. Verschiedene Metalle konnten bis jetzt durch das stärkste Feuer der Schmelzöfen nicht geschmolzen werden, zeigten sich jedoch durch die verstärkte Hitze eines Wasser- und Sauerstoffgebläses schmelzbar; es gehört dahin das Titan, Platin und Columbium. Setzt man die Metalle noch einer höhern Temperatur, als blos ihrer Schmelzhitze, aus, so verflüchtigen sich mehrere derselben, vorzüglich zeigen dieses das Quecksilber, Zink, Arsenik und Kobaltmetall.

Schmelzbarkeit, Feuerbeständigkeit.

Die meisten Metalle gehen wie Eis auf einmal aus dem festen Zustand in den tropfbaren über; nur bei wenigen geschieht dieses allmählig, wobei sie vor dem Schmelzen weich und biegsam werden; diese Eigenschaft kommt namentlich dem Platin und Eisen zu, und diese Metalle erhalten dadurch die Eigenschaft, sich in der Weißglühhitze (Schweißhitze) durch Hammerschläge wie Wachs kneten und dadurch auf einander befestigen zu lassen, welches man Schweißen nennt.

§. 209. Läßt man die Metalle langsam aus ihrem flüssigen Zustand ruhig in den festen übergehen, so legen sich ihre Theilchen gewöhnlich in einer bestimmten Ordnung auf einander, sie sind in ihrem Bruch bald blättrig, wie Zink, Wißmuth, bald faserig, wie Eisen. Die Krystallgestalten, welche sie zuweilen annehmen, sind das regelmäßige Octaeder, der Würfel und alle davon abzuleitende Gestalten; einige, wie das Gold, Silber, Kupfer, finden sich auch in der Natur selbst schon krystallisirt.

Inneres Gefüge und Krystallisation.

§. 210. Die Metalle zeigen in Farbe und Glanz viele Verschiedenheiten; das Gold ist gelb, Kupfer und Titan bräunlichroth, Molybdän und Eisen dunkelgrau, Stahl grau ins Blaue spielend, fast alle andere sind mehr oder weniger weiß, am meisten glänzend weiß ist das Silber.

Farbe und Glanz.

Der den Metallen eigenthümliche Glanz hängt von ihrer Eigen-

schaft ab, sehr viel Licht zurückzuwerfen; den meisten Glanz besitzen das Gold, Silber, Platin, Eisen im Zustand von Stahl, das Kupfer; mehrere von ihnen können daher auch zu vorzüglichen Spiegeln benutzt werden.

Geruch und Geschmack. §. 211. Einige Metalle zeigen einen unangenehmen, insbesondere durch Reiben hervortretenden Geruch und Geschmack, wie Eisen, Blei, Kupfer, Zinn; andere, wie Gold, Silber, Platin, zeigen diese Eigenschaft nicht; wahrscheinlich steht diese Eigenschaft daher mit der Oxydirbarkeit durch die Luft in Verbindung.

Wirkung des Sauerstoffs auf die Metalle, Oxydation. §. 212. Die Erscheinungen, welche der Sauerstoff bei seiner Berührung mit den Metallen darbietet, gehören zu den wichtigsten; sie besitzen zu ihm sämmtlich eine mehr oder weniger große Anziehung. Ein und dasselbe Metall kann oft mehr oder weniger Sauerstoff aufnehmen; es entstehen dadurch verschiedene Metalloxyde, die zuweilen schon durch ihre verschiedene Farbe den verschiedenen Grad ihrer Oxydation andeuten; manche Metalle bilden mit Sauerstoff wirkliche Säuren.

Die Oxydation kann auf verschiedene Art zu Stande kommen:

1) Durch bloße Berührung mit der atmosphärischen Luft oder dem Sauerstoffgas im trocknen Zustande; bei den meisten Metallen ist eine bedeutende Temperaturerhöhung, bei manchen selbst Glühhitze nöthig, um eine Verbindung einzuleiten.

2) Durch Sauerstoffgas und atmosphärische Luft im feuchten Zustande; schon in der gewöhnlichen Temperatur verbinden sich dadurch die meisten Metalle langsam mit Sauerstoff, wie Eisen, Kupfer und die meisten der sogenannten unedlen Metalle, man nennt dieses das Rosten derselben; die Oxydation geschieht hier theils durch den freien Sauerstoff, theils durch den Sauerstoff des Wassers, welches dabei zersetzt wird, wobei sich das Wasserstoffgas verflüchtigt; oft verbindet sich bei dem Rosten zugleich noch die Kohlensäure der umgebenden Luft mit dem Metalloxyde. Die edlen Metalle, Gold, Silber, Platin und einige andere, erleiden durch bloßes Liegen an feuchter Luft keine solche Oxydation.

3) Durch Glühen des Metalls in Berührung mit Wasser, wobei das Wasser eine schnelle Zersetzung erleidet.

4) Durch Säuren, welche an das Metall Sauerstoff abgeben können, oder die das Metall disponiren, das zugemischte Wasser zu zersetzen und mit dessen Sauerstoff sich zu oxydiren, wobei der Wasserstoff ebenfalls frei wird.

5) Durch Schmelzen mit Salpeter und durch verschiedene andere Processe, bei welchen Sauerstoff frei wird.

Metallsalze. §. 213. Die Metalle lösen sich in den Säuren nur dann auf, wenn sie zuvor oxydirt sind. Will man sie in einer Säure auflösen, so muß diese entweder selbst Sauerstoff an das Metall abgeben können, wobei die Säure oft theilweise eine Zersetzung erleidet, oder die Oxydation geschieht durch Zersetzung des beigemengten Wassers; die meisten Metallsalze sind im Wasser auflöslich, sie finden in technischer Beziehung vielfache Anwendung; auf den Orga-

nismus der Thiere und Pflanzen wirken sie gewöhnlich stark, oft selbst auch als Gifte, wenn auch die ihnen zu Grunde liegenden Metalle unschädlich sind. — Aus den Metallsalzen lassen sich die Metalloxyde wiederum theils durch andere Metalloxyde, theils durch Alkalien, theils selbst durch andere Metalle niederschlagen.

Reduction der Metalle, Desoxydation.

§. 214. Entzieht man den Metalloxyden ihren Sauerstoff, so kehren sie wieder in den metallischen Zustand zurück, sie vermindern dadurch um so viel ihr Gewicht, als das Gewicht des mit ihnen verbundenen Sauerstoffs betrug; man nennt dieses die Wiederherstellung der Metalle, ihre Reduction oder Desoxydation, sie kann auf verschiedene Art erfolgen:

1) Durch bloßes Glühen der Metalloxyde; die edlen Metalle, Gold, Silber, Platin, werden dadurch desoxydirt, nicht aber die übrigen.

2) Durch Glühen der Metalloxyde mit brennbaren Körpern, welche dem zu reducirenden Metalloxyd den Sauerstoff entziehen; am häufigsten wird zu diesem Zweck im Großen die Kohle als Reductionsmittel angewandt.

3) Durch Einwirkung anderer brennbarer Körper, auch in geringerer Temperatur, welche eine große Anziehung zum Sauerstoffgas besitzen; in Säuren aufgelöstes Kupferoxd läßt sich so durch Phosphor, Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff reduciren.

4) Durch verstärkte galvanische Elektricität; wird ein galvanischer Strom durch die Auflösung eines Metallsalzes geführt, so wird die Auflösung zersetzt, und das Metall setzt sich am negativen Pol im reducirten Zustand ab.

5) Durch andere Metalle lassen sich gleichfalls mehrere Metalloxyde aus ihren Auflösungen in Säuren wieder herstellen, wobei das Metall zuweilen eine krystallinische Form annimmt; Zink reducirt so das Bleioxyd aus einer Auflösung von essigsaurem Bleioxyd, Quecksilber das Silberoxyd aus einer Auflösung des salpetersauren Silberoxyds; man nennt diese Reductionen auch metallische Vegetationen, weil sich das reducirte Metall oft baumförmig ansetzt. Das zur Reduction angewandte Metall entzieht in diesem Fall dem in der Säure aufgelösten Metall seinen Sauerstoff, wodurch sich dieses nicht mehr in der Säure aufgelöst erhalten kann.

Verbindungen der Metalle mit nicht metallischen brennbaren Körpern.

§. 215. Fast alle Metalle gehen mit dem Schwefel, Phosphor, Chlor, Jod, Selen, Verbindungen ein; dagegen verbinden sich nur einzelne Metalle mit dem Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Bor.

Von den Verbindungen der Metalle mit Schwefel, Phosphor und Selen zu Schwefelmetallen, Phosphor- und Selenmetallen war schon oben die Rede.

Mit Chlor gehen die meisten Metalle Verbindungen in verschiedenen bestimmten Verhältnissen ein, welche den verschiedenen Oxyden entsprechend Chlorüren und Chloride genannt werden, sie sind meist fest, spröde, geruch- und farblos, ohne Metallglanz, die meisten krystallisiren regelmäßig.

Mit Jod gehen die meisten Metalle ähnliche Verbindungen ein,

sie lassen sich unmittelbar durch Erhitzung der Metalle mit dem Jod erhalten: man nannte diese Verbindungen Jodmetalle oder Metalljodüren; auch sie haben die Eigenschaft, sich leicht in Wasser aufzulösen.

Mit dem Wasserstoff verbinden sich einige Metalle, wie Arsenik und Tellur, zu Metallhydrüren oder Metallhydroiden. Die Metalloxyde gehen zuweilen mit Wasser weitere Verbindungen zu Metalloxydhydraten ein.

Mehrere Metalloxyde haben auch die Eigenschaft, sich mit fetten und ätherischen Oelen verbinden zu lassen; erstere bekommen dadurch oft austrocknende Eigenschaften, weßwegen sie auch häufig Oelfarben und Firnissen zugesetzt werden.

Metalllegirungen. §. 216. Die meisten Metalle lassen sich mit einander verbinden; man erhält dadurch Metallgemische, Metallcompositionen oder Legirungen. Man bezeichnet die einzelnen Legirungen mit dem Namen der Metalle, welche vorherrschend in die Verbindung eingehen, nur die Verbindungen des Quecksilbers mit andern Metallen werden auch Amalgame genannt; Bleiamalgam ist so eine Verbindung oder Legirung von Blei mit Quecksilber. Amalgame.

Die Metalle lassen sich in allen Verhältnissen mit einander zusammenschmelzen, ohne daß bis jetzt ein näheres Gesetz über diese Verbindungen bekannt wäre; es giebt daher äußerst viele Legirungen.

Man kennt bis jetzt ungefähr 140 binäre Legirungen; noch giebt es aber deren weit mehr, welche noch nicht näher untersucht sind.

Die Eigenschaften der Legirungen nähern sich oft sehr denen der Metalle, aus welchen sie zusammengesetzt sind; die meisten sind bei der gewöhnlichen Temperatur fest, alle sind glänzend, ihre Dichtigkeit ist bald größer, bald geringer, als die mittlere Dichtigkeit ihrer Bestandtheile; dagegen sind sie alle härter und spröder, als das Mittel der Härte der Metalle, aus welchen sie zusammengesetzt sind; gewöhnlich sind die Legirungen leichtflüssiger, als die reinen Metalle.

Ist eines der Metalle einer Legirung flüchtig, wie Quecksilber, Zink, so läßt es sich durch bloße Temperaturerhöhung von dem andern Metall trennen. Metalle, welche bei sehr verschiedenen Temperaturen schmelzen, lassen sich dadurch trennen, daß man sie einer Temperatur aussetzt, bei welcher das eine schmilzt, während das andere noch fest bleibt; nur muß in diesem Fall das leichtflüssige Metall in ziemlich großer Menge vorhanden sein: man nennt dieses das **Aussaigern** der Metalle. Aussaigern.

a) Um aus silberhaltigem Kupfer das Silber von dem Kupfer zu scheiden, setzt man 3½mal seines Gewichts Blei zu und erhitzt diese ternäre Legirung; das Blei zieht das Silber in seinem Fluß mit fort, und läßt das Kupfer als eine feste, poröse, mit einer Menge Löchern siebartig durchbohrte Masse zurück.

Eintheilung der Metalle. §. 217. Die Metalle lassen sich sehr verschieden eintheilen, je nachdem man ihrer Classification dieses oder jenes

ihrer Merkmale, ihr verschiedenes Gewicht, verschiedene Hämmerbarkeit, Schmelzbarkeit, Oxydirbarkeit u. s. f. zu Grunde legt.

Der Natur am angemessensten scheint es hier zu sein, diejenigen Metalle zuerst näher zu betrachten, an welchen sich die Merkmale dieser ganzen Classe von Körpern am deutlichsten aussprechen und auch in ihrem metallischen Zustande die wichtigsten Anwendungen finden, und auf diese erst die übrigen folgen zu lassen, deren metallische Natur weniger deutlich hervortritt. — Das Verhältniß der Metalle zum Sauerstoff gehört in dieser Beziehung zu den wichtigsten.

Bei folgender Anordnung besitzen die zuerst genannten nur eine geringe Verwandtschaft zum Sauerstoff, welche aber bei den letztern so bedeutend zunimmt, daß sie sich in der freien Natur nie im reinen Zustand finden.

Folgende Uebersicht zeigt uns diese stufenweisen Verschiedenheiten, und giebt uns zugleich die Ordnung, in welcher wir die einzelnen Metalle näher betrachten werden.

Metalle	
1. Platin 2. Gold 3. Silber 4. Iridium 5. Rhodium 6. Palladium	Edle Metalle; sie absorbiren bei keiner Temperatur Sauerstoff, zersetzen das Wasser nicht, lassen sich durch bloße Wärme reduciren.
7. Quecksilber 8. Osmium	Sie verbinden sich mit dem Sauerstoff nur bei einer gewissen Temperatur, zersetzen das Wasser nicht, verflüchtigen sich leicht.
9. Blei 10. Nickel 11. Tellur 12. Kupfer 13. Wißmuth 14. Titan 15. Kobalt 16. Cerium 17. Uran	Sie verbinden sich bei sehr hoher Temperatur mit dem Sauerstoff, zersetzen aber das Wasser weder in der Kälte, noch Wärme, sie bilden nur Oxyde.
18. Antimon 19. Columbium 20. Wolfram 21. Chrom 22. Molybdän 23. Arsenik	Sie verhalten sich den vorigen ähnlich, können aber durch weitere Aufnahme von Sauerstoff außer Oxyden auch Säuren bilden.
24. Cadmium 25. Zinn 26. Eisen 27. Zink. 28. Mangan	Sie verbinden sich auch bei hoher Temperatur mit dem Sauerstoff und zersetzen das Wasser bei der Rothglühhitze.

29. Kalium 30. Natrium 31. Lithium	Metalle der Alkalien; sie zersetzen das Wasser schnell bei der gewöhnlichen Temperatur und verbinden sich mit dem Sauerstoff in jeder Temperatur.
32. Ammonium	noch nicht reducirt, sehr flüchtig.
33. Calcium 34. Baryum 35. Strontium 36. Magnesium ob. Magnium	Metalle der alkalischen Erden, sie verhalten sich den Metallen der Alkalien ähnlich.
37. Aluminium 38. Zirkonium 39. Beryllium od. Glycinium 40. Yttrium 41. Thorium	Metalle der Erden.

Die ersten 28 dieser Metalle werden oft auch schwere, die übrigen leichte Metalle genannt.

Erste Unterabtheilung.

Von den Metallen im engern Sinne des Worts.

1) Vom Platin, Platinum (Pl=121,52).

Vorkommen. §. 218. Das Platin wurde erst im letzten Jahrhundert im Jahr 1741 in Südamerika entdeckt, wo es sich gewöhnlich in kleinen abgeplatteten Körnern in Verbindung mit Palladium, Iridium und einigen andern Metallen findet.

Eigenschaften. Im reinen Zustand ist es sehr fest, fast so weiß, wie Silber, sehr glänzend, von feinkörnigem Bruch, sehr streckbar und hämmerbar, in dünnen Blättchen läßt es sich mit der Scheere schneiden, ungehämmert besitzt es ein spec. Gewicht von 20,98, gehämmert 23,0; es widersteht der Wirkung selbst sehr guter Schmelzöfen, läßt sich jedoch schweißen, wirklich schmelzen läßt es sich durch ein Gebläse mit Sauerstoff, durch große Brenngläser und verstärkte galvanische Elektricität; es oxydirt sich an der atmosphärischen Luft nur bei starken elektrischen Entladungen.

Verbindungen. §. 219. Es bildet mit dem Sauerstoff Oxyde; das erste oder Protoxyd ist schwarz und enthält nach Berzelius 7,6 Proc. Sauerstoff, das zweite oder Deutoxyd ist schwarzbraun und enthält 14,13 Proc. Sauerstoff; das Oxydhydrat ist rostfarbig. Das reine Platin bildet mit vielen Metallen Legirungen, mit Quecksilber bildet es ein Amalgam, das zum Verplatinen kupferner Gefäße dient, auch verbindet es sich mit Chlor, Jod, Phosphor, Schwefel, Bor und Selen. Die Platinoxyde bilden mit Mineral-

säuren verschiedene Salze, welche sich in Wasser mit gelbbrauner Farbe auflösen; durch Kali und Ammoniak setzen sich aus ihnen kleine orangefarbige Krystalle ab, durch Schwefelwasserstoffgas wird das Metall schwarz gefällt; Cyankalium und Galläpfelaufguß bewirken keinen Niederschlag.

§. 220. Das Platin findet bereits verschiedene Anwendungen. Es dient

Anwendungen.

1) im gediegenen Zustande zu verschiedenen chemischen Geräthschaften, zu Tiegeln, Schälchen, Löffelchen, Retorten, Röhren, Zangen u. a. m.; es eignet sich hiezu vorzüglich durch seine Eigenschaft, der gewöhnlichen Schmelzhitze zu widerstehen und durch die meisten Säuren und viele andere Körper nicht angegriffen zu werden. Auch bedient man sich desselben bei Schießgewehren zur Verfertigung des Zündlochs, bei Gewitterstangen zum Ueberzug der Auffangsspitzen, zu verschiedenen chirurgischen Instrumenten.

a) Beim Gebrauch von Platingefäßen hat man sich zu hüten, in solchen Gefäßen keine salpetersauren Salze, so wie auch keine fixen Alkalien der Rothglühhitze auszusetzen, indem dadurch das Platin angegriffen wird; auch darf man darin keine Metalle, wie Blei, Eisen, oder Mischungen, wodurch ein Metall reducirt werden kann, eben so keine Substanzen, die Phosphor oder Chlor aus sich frei werden lassen, der Glühhitze aussetzen.

2) Dient es zu dem Platinfeuerzeug Döbereiners, indem es in seinem schwammigen Zustande die oben bemerkte Eigenschaft hat, durch bloße Berührung mit Wasserstoff bei Zutritt der atmosphärischen Luft zu glühen.

a) Der Platinschwamm zu diesem Feuerzeug wird von vorzüglicher Zündkraft erhalten, wenn man Platinsalmiak (Ammonium-Platinchlorid) mit einer concentrirten Ammoniakauflösung anfeuchtet, die teigartige Masse in einen Tiegel von Platin oder Erde feststampft und hierauf der Einwirkung des Feuers aussetzt.

3) In Amerika und Rußland wird das Platin auch zu Münzen benutzt, in neuern Zeiten ist sein Preis bedeutend niedriger, als früher; die französische Unze Platin kostet in neuern Zeiten in Paris 22 Franken, während sie früher 30 kostete.

2) Vom Gold, Aurum (Au = 248,6).

§. 221. Das Gold ist fest, gelb, sehr glänzend, geschmack- und geruchlos, in dünnen Blättchen als Goldschaum mit grünlicher Farbe durchscheinend, im geschmolzenen Zustande mit meergrüner Farbe leuchtend, das hämmerbarste und streckbarste aller Metalle; ein Gran Gold läßt sich zu einem 500 Fuß langen Draht ausdehnen, oder zu Blättern von 0,00004 Linien Dicke und 56¾ Zoll Oberfläche schlagen; es ist sehr zäh, seine Härte aber gering, kaum größer, als die des Bleis; sein spec. Gewicht 19,257 bis 19,650. Es ist schwerer schmelzbar, als das Silber, es schmilzt erst über

Eigenschaften.

der Rothglühhitze bei ungefähr 32° Wedg., es zieht sich beim Erkalten mehr, als alle andere Metalle zusammen, und läßt sich daher nicht zu gegossenen Arbeiten anwenden.

Vorkommen. §. 222. Das Gold kommt fast immer im gediegenen Zustand oder in Verbindung mit sehr wenig Silber, Kupfer oder Eisen in der Natur vor; manchmal ist es in Würfeln und Octaedern krystallisirt, kleine dendritische Formen bildend; nicht selten findet es sich auch in Blättchenform in manchen Arten von Sand, in welcher Form es schon in den verschiedensten Ländern gefunden wurde; das meiste Gold kommt aus dem südlichen Amerika.

Verbindungen. §. 223. Das Gold geht mit dem Sauerstoff der Atmosphäre weder in der Kälte, noch Wärme eine Verbindung ein; eben so wenig leidet es unter Einwirkung der Feuchtigkeit. Es verbindet sich mit fast allen Metallen, mit dem Quecksilber bildet es schnell ein Amalgam, auch mit dem Phosphor, Schwefel, Chlor und Jod geht es Verbindungen ein. — Außer dem Königswasser, der salpetersauren Salzsäure und dem wäßrigen Chlor wirkt nicht leicht eine Säure auf dasselbe ein. — Die bis jetzt bekannten Goldsalze sind gelb, ins Röthliche spielend, schmekken herb und ätzend und wirken giftig. Die Goldauflösungen lassen sich durch viele Substanzen zersetzen, wobei das Gold als Oxyd zu Boden fällt.

Das Peroxyd oder Deutoxyd des Goldes ist im wasserfreien Zustande braun und besteht aus 100 Theilen Gold mit 12,077 Sauerstoff, das Hydrat ist röthlichgelb; noch nimmt Berzelius ein Goldprotoxyd an, welches nur $\frac{1}{3}$ des Sauerstoffs des ersten enthält.

Wird die Auflösung des Goldes in Königswasser durch Ammoniak gefällt, so erhält man das sogenannte Knallgold, ein ammoniakhaltiges Goldoxyd, welches die merkwürdige Eigenschaft hat, schon durch bloßes Erwärmen mit heftigem Knall zu verpuffen.

Anwendungen des Goldes. §. 224. 1) Das Gold wird im gediegenen Zustande wie das Silber und Platin zur Verfertigung von Gefäßen, Verzierung von Geräthen, so wie auch zu Münzen angewandt; durch einen Zusatz von Kupfer wird es härter, schmelzbarer und erhält dunklere Farben; die Goldmünzen Englands enthalten gewöhnlich auf 11 Theile Gold einen Theil Kupfer.

2) Als Reagens dient das Chlorgold als das empfindlichste Erkennungsmittel für aufgelöstes Zinnoxydul, mit welchem es einen schönen purpurrothen Niederschlag, den Goldpurpur von Cassius, bildet; mit Humussäure färbt sich die Goldauflösung schön purpurroth, ohne daß ein Niederschlag erfolgt; auch zur Charakterisirung einiger nähern Stoffe des Pflanzenreichs, namentlich des Tragantschleims, dient die Goldauflösung, mit welchem sie eine dunkle, fast schwarze Purpurfarbe giebt.

3) Zur Porcellan- und Emailmalerei wird gleichfalls der Cassius'sche Goldpurpur angewandt.

3) Vom Silber, Argentum, Luna ($Ag = 135{,}16$).

§. 225. Das Silber ist fest, weiß, sehr glänzend, sehr hämmerbar und streckbar, läßt sich gleichfalls zu sehr feinen Drähten und Blättchen verarbeiten, steht jedoch in Beziehung auf diese Eigenschaften dem Golde nach; sein spec. Gewicht ist geschmolzen 10,474, gehämmert 10,510; es schmilzt leichter als Gold bei 20° Wedg., bei einer Hitze, die etwas über die Kirschrothglühhitze steigt.

Eigenschaften.

§. 226. Es kommt in der Natur in verschiedenem Zustande vor: 1) im gediegenen Zustande oft dendritenförmig; 2) häufig in Verbindung mit andern Metallen, mit Kupfer, Quecksilber, Eisen, Antimonium, Arsenik u. s. w.; 3) in Verbindung mit Schwefel; 4) als kohlensaures Silber und in Verbindung mit Chlor als Chlorsilber (Hornsilber).

Vorkommen.

§. 227. Bei der gewöhnlichen Temperatur wird das Silber weder durch trockne, noch feuchte atmosphärische Luft und Sauerstoffgas verändert; im geschmolzenen Zustande oxydirt es sich etwas, wobei jedoch der Sauerstoff schon während des Erkaltens wiederum weggeht. — Das Silberoxyd, welches man durch Zersetzung von salpetersaurem Silber mit Kali erhält, besteht nach Thenard aus 100 Gewichtstheilen Silber mit 7,6 Theilen Sauerstoff.

Verbindungen.

Außer dem Sauerstoff geht das Silber mit Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und den meisten übrigen Metallen, so wie auch mit mehreren oxydirten Säuren Verbindungen ein.

Die Silbersalze sind meist farblos, wenn die Säure nicht gefärbt ist; die auflöslichen schmecken sehr metallisch und wirken giftig scharf auf den thierischen Körper.

Zu den wichtigern Verbindungen des Silbers gehören folgende:

1) Das Schwefelsilber ist eine spröde Substanz von schwarzer Farbe und Metallglanze, in der Natur als Silberglanz vorkommend; es besteht aus 100 Theilen Silber und 14,88 Schwefel. Das Schwärzen des Silbers, wenn es den Dünsten von Schwefelwasserstoffgas ausgesetzt wird, entsteht durch diese Verbindung.

2) Die Verbindung des Silbers mit Chlor ist das sogenannte Hornsilber, ein Silberchlorid, welches als ein weißes Pulver zu Boden fällt, wenn ein Silberoxyd mit Salzsäure in Berührung kommt, während sich der Wasserstoff der Salzsäure mit dem Sauerstoff des Silberoxyds zu Wasser verbindet. Es hat die merkwürdige Eigenschaft, sich im Sonnenlicht im feinzertheilten Zustande schnell violett und später schwärzlich zu färben; in der Natur findet es sich als Silberhornerz.

3) Das salpetersaure Silber bildet in seinem neutralen geschmolzenen Zustand den sogenannten Höllenstein (lapis infernalis); das in Wasser aufgelöste salpetersaure Silber giebt allen damit bestrichenen thierischen Stoffen eine schwarze Farbe, die sich nicht wegwaschen läßt.

4) Das Knallsilber entsteht, wenn man in reines salpetersaures Silber Kalkwasser schüttet, den Niederschlag auf dem Filtrum sammelt, wäscht und mit Ammoniak digerirt und trocknet; es hat die Eigenschaft, leicht durch einen Druck oder Stoß mit einem festen Körper zu explodiren.

5) Wird einer salpetersauren Silberauflösung Quecksilber zugesetzt, so fällt das Silber metallisch und bildet den sogenannten Dianenbaum.

Anwendungen. §. 228. Die Anwendungen des Silbers sind sehr mannigfaltig, die wichtigsten sind folgende. Man bedient sich desselben:

1) In seinem metallischen Zustande zu Münzen, zur Verfertigung verschiedener Gefäße, zum Ueberziehen anderer Gefäße, zum Uebersilbern, zu Verzierungen; es wird bei diesen Anwendungen immer mit etwas Kupfer versetzt, wodurch es größere Festigkeit erhält.

2) Einige seiner Oxyde werden zur Email- und Glasmalerei und zur Bereitung künstlicher Edelsteine benutzt.

3) Als chemisches Reagens dient das gewöhnliche Blattsilber und metallische Silber überhaupt zur Ausmittelung des Schwefelwasserstoffgases in Mineralwassern, es verliert dadurch seinen Glanz und läuft gelb und gelbbraun an.

4) Einige seiner Salze, wie das schwefelsaure und salpetersaure Silber, gehören zu den empfindlichsten Prüfungsmitteln auf Salzsäure und salzsaure Salze, womit sich sogleich Hornsilber bildet.

5) Das salpetersaure Silber dient unter dem Namen Höllenstein als Medicament; dieses Silbersalz bildet auch den Hauptbestandtheil der sogenannten Zeichen- oder Merktinte, womit man auf Papier, Wäsche u. s. w. schwarze unauslöschliche Züge zeichnen kann.

4) Vom Iridium (Ir = 60).

§. 229. Das Iridium wurde im Jahre 1803 von Descotils entdeckt; es ist fest, weiß, dem Platin an Farbe nahekommend, geruch- und geschmacklos, von 18,68 spec. Gewicht; es konnte bis jetzt nur durch das Newmannische Gebläse oder sehr mächtige voltaische Apparate geschmolzen werden; es wird weder durch Sauerstoffgas, noch durch atmosphärische Luft verändert; einfache Säuren greifen es nicht an.

Es wurde bis jetzt blos selten in Verbindung mit Platin in Amerika gefunden. Tennant gab ihm die Benennung Iridium wegen des auffallenden Farbenspiels, welche die Auflösung des salzsauren Iridiumoxydkalis zeigt; sie ist zuerst blau; läßt man sie aber an der Luft oder mit einigen Säuren, namentlich mit Königswasser kochen, so wird sie successiv grün, violett, purpurn und roth; Anwendungen fand dieses Metall noch keine.

5) Vom Rhodium (Rh = 150,01).

§. 230. Das Rhodium wurde gleichfalls erst in neuern Zeiten, im Jahre 1804, von Wollaston im Platinsand entdeckt. Es ist

weißgrau, metallisch glänzend, spröde, unschmelzbar und feuerbeständig, sein spec. Gewicht beträgt etwas über 11,000. Es ist nur in der salpetersauren Salzsäure auflöslich; es bildet mehrere Oxyde, die sich in mehreren Säuren mit schöner rosenrother Farbe auflösen, wovon dieses Metall auch seine Benennung (von ῥόδεις rosenfarben) erhielt. Anwendungen fand es noch keine.

6) Vom Palladium (Pa = 70,38).

§. 231. Das Palladium wurde von demselben Chemiker im Jahre 1803 im Platinsand entdeckt; es findet sich darin im gediegenen Zustande. Es ist fest, weiß, hart, sehr hämmerbar, von faserigem Bruch; sein spec. Gewicht ist im geschmolzenen Zustande 11,3, im gewalzten 11,8; es läßt sich, wie das Platin, nur durch ein Sauerstoffgebläse schmelzen; es oxydirt sich nicht in der Schmelzhitze, verbindet sich leicht mit dem Schwefel, Selen und mehreren Metallen. Schwammiges Palladium erhitzt sich durch einen Strom Wasserstoffgas, wie Platin. Es bildet ein braunrothes Oxyd; seine Salze sind braun und roth. Auch von diesem Metall sind noch keine Anwendungen bekannt; der Platinsand enthält gewöhnlich $\frac{1}{2}$ Procent dieses Metalls.

7) Vom Quecksilber, Mercurius, Hydrargyrum (Hg = 253,16).

§. 232. Das Quecksilber ist in der gewöhnlichen Temperatur tropfbarflüssig, sehr glänzend, von bläulichweißer Farbe und 13,568 spec. Gewicht. Es verdunstet schon in der gewöhnlichen Temperatur; es siedet nach Heinrich bei 285° R, wobei es sich in Dämpfen verflüchtigt. In einer Kälte von 32° R erstarrt es zu einer festen Masse, die sich hämmern läßt, und einen dumpfen bleiähnlichen Klang besitzt.

Physische Eigenschaften.

§. 233. Es findet sich in der Natur: 1) im gediegenen Zustande entweder allein, oder mit Silber, als Amalgam; 2) in Verbindung mit Schwefel, als natürlicher Zinnober oder Quecksilberlebererz; 3) in Verbindung mit Säuren, ferner als Chlorquecksilber; auch im Steinsalz und Meersalz wurde es gefunden.

Vorkommen.

§. 234. Das Quecksilber verbindet sich in der gewöhnlichen Temperatur im feuchten und trocknen Zustande nur sehr langsam mit dem Sauerstoffgas. Das erste Oxyd oder Oxydul ist grau, das zweite oder vollkommene Oxyd ist glänzend ziegelroth, unter dem Namen des rothen Präcipitats bekannt; man erhält es, wenn man das Quecksilber Monate lang unter dem Zutritte der Luft der Siedhitze nahe erhält; schneller erhält man dieses Oxyd durch Glühen von salpetersaurem Quecksilber.

Verbindungen.

Außer dem Sauerstoff verbindet sich das Quecksilber leicht mit Schwefel, Selen, Chlor, Jod und vielen Metallen; vorzüglich leichter verbindet es sich mit den leichter flüssigen; seine Verbindungen oder Legirungen mit den Metallen führen die Benennung Amalgame oder Verquickungen.

Mit Säuren bildet es verschiedene Salze; sie sind meist farblos

von widrig metallischem Geschmack; die, welche das Deutoxyd enthalten, wirken meist sehr stark, oft giftig auf den thierischen Körper; zu den wichtigern dieser Verbindungen gehören das Doppelt Chlorquecksilber, (Quecksilberchlorür, Mercurius Sublimatus corrosivus,) und das einfache Quecksilberchlorür, (Mercurius dulcis). Durch Behandlung mit Salpetersäure und Ammoniak bildet es ein dem Knallsilber ähnliches explodirendes Pulver, als Knallquecksilber.

Anwendungen. §. 235. Das Quecksilber besitzt sehr mannigfaltige Anwendungen:

1) Im metallischen Zustande dient es, Gasarten aufzufangen, und durch seine Fähigkeit, in der gewöhnlichen Temperatur flüssig zu bleiben, und sich gleichförmig durch die Wärme auszudehnen, eignet es sich vorzüglich zur Verfertigung der Thermometer und Barometer. In den Bergwerken Amerika's, so auch in Sachsen, wird es benutzt, um das Gold und Silber durch die Amalgamirmethode aus den Erzen zu ziehen. Mit Zinn verquickt, dient es zum Belegen der Spiegel; mit Gold und Silber verbunden, zum Vergolden und Versilbern.

2) Einige seiner Verbindungen dienen als Farbe. Mit Schwefel bildet es den Zinnober, der aus 100 Theilen Quecksilber mit 15,83 Theilen Schwefel besteht, und durch Feinreiben unter Wasser und geschützt vor den Sonnenstrahlen, eine vorzüglich schöne lebhaft rothe Farbe annimmt, und unter dem Namen Vermillon im Handel ist. Mit Schwefelsäure bildet das Quecksilberoxyd ein im Wasser schwerauflösliches Salz von schön citrongelber Farbe, unter dem Namen des mineralischen Turpeths bekannt, das sich als goldgelbe Malerfarbe anwenden läßt.

3) Verschiedene seiner Präparate dienen als Reagentien: a) Im metallischen Zustande dient es zur Entdeckung kleiner Quantitäten von Schweffelwasserstoffgas, wodurch es eine gelbe oder gelbbraune Farbe annimmt. b) Die Sublimatauflösung bildet mit kohlensaurem Natron einen ziegelrothen Niederschlag; sie ist zugleich eines der empfindlichsten Reagentien auf Eyweiß, welches damit selbst in einer Auflösung, welche nur $\frac{1}{1000}$ davon enthält, anfangs eine milchigte Trübung und nach einiger Zeit einen flockigen Niederschlag bildet. c) Das salpetersaure Quecksilberoxydul bildet für Salzsäure noch ein empfindlicheres Reagens, als das salpetersaure Silber; auch für kohlensaures Ammoniak und Chrom ist es ein sehr empfindliches Prüfungsmittel. d) Das salpetersaure Quecksilberoxyd bildet mit kohlensauren Erden und kohlensauen fixen Alkalien ziegelrothe Niederschläge.

4) Auf den thierischen Körper wirkt das Quecksilber sehr stark; das Einathmen seiner Dämpfe und verschiedene seiner Präparate veranlassen Speichelfluß, Lockerwerden der Zähne, beständiges Zittern und selbst Lähmungen; Zufälle, welchen daher leicht Vergolder, Spiegelmacher u. a. ausgesetzt sind; mit Vorsicht angewandt, gehören übrigens mehrere seiner Präparate zu den wirksamsten Medicamenten.

8) Vom Osmium (Osmium = Os).

§. 236. Das Osmium wurde von Tennant im Jahre 1803 im rohen Platin entdeckt; es findet sich in Verbindung mit Iridium in Gestalt kleiner, glänzender, spröder Körner von 19,5 spec. Gewicht. Es wurde bis jetzt nur als eine sehr zerreibliche Masse oder als ein Pulver von schwarzblauer Farbe erhalten, als Metall soll es kupferroth aussehen. Unter Zutritt der atmosphärischen Luft verflüchtigt es sich als Oxyd unter Gestalt eines weißlichen Rauchs von stark eindringendem stechenden Geruch, weßwegen es auch riechendes Metall (Osmium, von ὀσμή, Geruch) genannt wurde. Bis jetzt ist es noch sehr selten und ohne Anwendung.

9) Vom Blei, Plumbum, Saturnus (Pb = 129,45).

Eigenschaften. §. 237. Das Blei ist bläulichweiß, glänzend, zwischen den Fingern gerieben denselben einigen Geruch mittheilend, sehr hämmerbar und weich, so daß es sich selbst mit den Fingernägeln ritzen läßt, ohne oder mit nur sehr dumpfem Klang, auf Papier etwas abfärbend, etwas schwerer als Silber, von 11,358 spec. Gewicht; es schmilzt nach Biot bei 206,4° R.

Vorkommen. §. 238. Das Blei findet sich häufig in der Natur: 1) gediegen, draht- und haarförmig, ästig und dendritisch; 2) als Oxyd; 3) in Verbindung mit Schwefel, als Bleiglanz; 4) am häufigsten in Verbindung mit Säuren, namentlich mit Schwefel-, Phosphor-, Arsenik-, Chromsäure u. a.

Verbindungen. §. 239. Das Blei verbindet sich mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und den meisten Metallen; seine Oxyde bilden mit den Säuren, welche nicht gefärbt sind, mehrere farblose Salze.

Bleioxyde. §. 240. Mit Sauerstoff verbindet es sich in vier verschiedenen Verhältnissen: das erste oder unvollkommene Oxyd bildet sich schon durch bloßes Liegen an etwas feuchter Luft, schneller in höherer Temperatur beim Schmelzen des Bleis als ein dunkel graublaues Häutchen; das zweite Oxyd oder erste vollkommene Oxyd wird erhalten, wenn das geschmolzene Blei einige Zeit der dunkeln Rothglühhitze ausgesetzt wird, es ist gelb, man nennt es Bleigelb oder Massikot; durch länger fortgesetzte Calcination bildet sich das dritte Oxyd, der Menning, ausgezeichnet durch seine etwas ins Gelbliche spielende rothe Farbe; durch Behandlung des Mennings mit Salpetersäure erhält man das vierte braune, oder flohfarbene Oxyd. — Das Bleigelb enthält auf 1 Antheil Blei 2 Antheile Sauerstoff, der Menning 3 und das braune Oxyd enthält noch ein Mal so viel Sauerstoff als das Oxyd.

Bleiglätte. §. 241. Wird das Bleigelb geschmolzen, so krystallisirt es beim Erkalten in gelben Blättchen, welche unter dem Namen Bleiglätte (lithargyrium) bekannt sind; spielt ihre Farbe mehr ins Rothgelbe, so heißt sie auch Goldglätte (Ghrysitis); wenn sie mehr ins Gelblichweiße spielt, Silberglätte (Argyritis). Die im Großen aus den Erzen erhaltene Bleiglätte enthält oft etwas Kupfer, Eisen,

Kieselerde, auch etwas Silber, was zum Theil ihre verschiedene Farbe veranlaßt.

Bleisalze. §. 242. Mit Säuren bildet das erste vollkommene oder gelbe Oxyd mehrere Salze, welche weiß oder farblos sind, wenn die Säure nicht gefärbt ist; die auflöslichen schmecken süß, zusammenziehend; sie werden sämmtlich durch Schwefelwasserstoffgas schwarz gefällt; Zink und Zinn fällt das Blei metallisch (Bleibaum). Die wichtigern Salze sind:

Das Bleiweiß, ein kohlensaures Bleioxyd, bestehend aus 83,5 Bleioxyd und 16,5 Kohlensäure.

Das Grün- und Braunbleierz sind phosphorsaure Bleioxyde; das schwefelsaure Blei (Bleivitriol) ist ein weißes, geschmackloses, im Wasser unauflösliches Pulver.

Das salpetersaure Blei ist ein im Wasser auflösliches, leicht krystallisirbares Salz.

Das Hornblei ist ein Bleichlorid von weißgrauer Farbe, schwer in Wasser auflöslich.

Das Casseler Gelb ist eine Verbindung von 1 Theil Bleichlorid mit 7 Theilen Bleioxyd.

Der Bleizucker ist neutrales essigsaures Bleioxyd, krystallisirt in Nadeln von seidenartigem Ansehen, und besteht aus 58,71 Proc. Bleioxyd, 26,96 Essigsäure und 14,32 Wasser; er besitzt einen süßzusammenziehenden Geschmack, und gab schon hie und da zu Weinverfälschungen Veranlassung.

Das Bleiextract (Extractum saturni) ist ein basisches essigsaures Blei, bestehend aus 78 Bleioxyd, 17 Säure und 3 Wasser; es hat einen weniger süßen Geschmack, seine Auflösung in Wasser bildet den Bleiessig.

Anwendungen des Bleis. §. 243. Das Blei ist wegen seiner großen Verbreitung und Leichtigkeit, es zu verarbeiten und in Säuren aufzulösen, eines der häufiger angewandten Metalle.

1) Im gediegenen Zustande dient es zum Dachdecken, Kugel- und Schrotgießen, zu Wasserleitungen und verschiedenen Geräthschaften, zum Beschlagen von Mauern, auch zur Abscheidung des Goldes und Silbers aus Erzen. Mit der Hälfte seines Gewichts Zinn bildet es das Schnellloth der Klempner, mit $\frac{1}{4}$ seines Gewichts Antimon das Letternmetall der Buchdrucker.

2) Verschiedene seiner Oxyde mit und ohne Kohlensäure dienen zu Malerfarben (Bleiweiß, Bleigelb, Mennig), zur Bereitung des Flintglases; die Bleiglätte dient zur Glasur der Töpferwaaren.

3) Der Bleizucker wird häufig zur Färberei als Beizungsmittel zur Befestigung der Farben auf Zeuge benutzt.

4) Das neutrale essigsaure und salpetersaure Blei ist eines der empfindlichsten Prüfungsmittel auf Schwefelwasserstoffgas; das Blei wird dadurch braun gefällt, es bildet dadurch eine Art sympathetischer Tinte; ersteres Salz dient zugleich zur Bestimmung des Phosphorsäuregehalts und zur Abscheidung vieler vegetabilischen Säuren; die Auflösung des basisch essigsauren Bleis ist ein sehr

empfindliches Reagens auf Kohlensäure, so wie auf thierischen Schleim, womit sie einen dicken Niederschlag bildet.

5) Auf den thierischen Körper wirken die Auflösungen des Bleis schädlich, sie veranlassen eine eigenthümliche Krankheit (die Bleikolik); als innerliches Medicament dürfen sie daher nur mit Vorsicht in geringen Dosen angewandt werden; häufiger ist ihre Anwendung äußerlich als entzündungswidrige zusammenziehende Mittel.

10) Vom Nickel, Niccolum (Ni = 36,97).

Physische Eigenschaften.

§. 244. Das Nickel ist in der Farbe zwischen Zinn und Silber stehend, geschmeidig, so daß es sich in dünne Bleche walzen und zu feinem Draht ziehen läßt; sein spec. Gewicht ist nach Tupputi gegossen 8,38, geschmiedet 8,82; es ist sehr strengflüssig, wozu es eine größere Hitze, als Eisen, erfordert; es ist etwas des Magnetismus fähig. Durch seine innige Verbindung mit andern Stoffen aus den Erzen ist es nur mit vieler Mühe rein darzustellen.

Vorkommen.

§. 245. Es findet sich in der Natur im Allgemeinen selten: 1) gediegen in zarthaarförmigen Krystallen; 2) als Oxyd im Chrysopras und Nickelocker; 3) vererzt in verschiedenen Metallen im Kupfernickel, in Verbindung mit Kobalt, Eisen, Arsenik und Schwefel, im Nickelglanz in Verbindung mit Eisen, Arsenik und Schwefel; 4) findet es sich fast immer im Meteoreisen und in Meteorsteinen theils gediegen, theils oxydirt.

Verbindungen.

§. 246. Das Nickel wird bei der gewöhnlichen Temperatur im trocknen Zustand weder durch atmosphärische Luft, noch Sauerstoffgas verändert; in der Rothglühhitze verbindet es sich lebhaft mit Sauerstoff; es bildet mehrere Oxyde. — Das erste Oxyd ist dunkelgrau, enthält einen Antheil Metall und zwei Sauerstoff, und bildet mit Wasser ein grünes Hydrat, welches 22 Proc. Wasser enthält; das zweite Oxyd ist schwarz. Das erste Oxyd bildet mit Säuren verschiedene Salze, welche im entwässerten Zustande gelb, im wasserhaltenden Zustande smaragd- und apfelgrün sind. Außer dem Sauerstoff und den Säuren geht das Nickelmetall noch Verbindungen mit Schwefel, Phosphor, Chlor und mehreren Metallen ein.

Anwendungen.

§. 247. Bis jetzt fand das Nickel noch wenige Anwendungen. 1) Im gediegenen Zustande bildet es in Verbindung mit Kupfer ein silberweißes Metallgemisch, welches der Verwitterung durch Oxydation weniger, als Messing, unterworfen ist und die Elektricität besser, wie dieses, leitet; es eignet sich deßwegen statt Gold, Platin, Kupfer, vorzüglich gut zu Auffangstangen bei Blitzableitern; auch lassen sich diese leicht mit Blechen dieses Metallgemisches plattiren. 2) Kalische Glasflüsse färben sich durch Nickeloxyd saphirblau, mit Natrum und Borax versetzt, hyacinthroth oder rothbraun; Email erhält dadurch eine bräunliche oder schwärzliche Farbe.

11) Vom Tellur, Tellurium (Te = 40,32).

Physische Eigenschaften. §. 248. Das Tellur ist sehr spröde, leicht zu pulverisiren, in der Farbe in der Mitte zwischen Zinn und Antimonium stehend, von blättrigem Gefüge und 6,115 spec. Gewicht. Es ist etwas schwerer schmelzbar, als Blei, beim Erstarren bildet es auf der Oberfläche kleine Nadeln. Einer Hitze über seinen Schmelzpunkt unter Zutritt der Luft ausgesetzt, entzündet es sich, bildet weiße Dämpfe, und brennt mit lichtblauer, am Rande grünlicher Flamme.

Vorkommen. §. 249. Es findet sich selten in der Natur, wurde zuerst in einigen goldhaltigen Silbererzen Siebenbürgens in Verbindung mit einigen andern Metallen gefunden, und als Metall zuerst von Klaproth im Jahre 1797 entdeckt, später fand man es auch in Verbindung mit Wißmuth und Selen in Norwegen und Deutschland.

Verbindungen. §. 250. Außer dem Sauerstoff verbindet es sich mit Wasserstoff, Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor und den meisten Metallen.

In der gewöhnlichen Temperatur wird das Tellur von Sauerstoffgas und atmosphärischer Luft nicht verändert, sein Oxyd, welches man beim Verbrennen des Metalles an der Luft erhält, ist schmutzig weiß, wird aber beim Erkalten strohgelb.

Mit Wasserstoff verbindet es sich zu Tellurwasserstoffgas, welches Aehnlichkeit mit Schwefelwasserstoffgas besitzt.

Das Oxyd geht mit mehreren Säuren Verbindungen zu Salzen ein, die meist farblos sind, wenn die Säure nicht gefärbt ist.

Anwendungen fand dieses Metall noch keine.

12) Vom Kupfer, Cuprum, Venus (Cu = 79,14).

Physische Eigenschaften. §. 251. Das Kupfer ist hart, elastisch, von eigenthümlich rothbrauner Farbe, sehr glänzend; gerieben erhält es einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, es brennt mit grüner Farbe. Es besitzt starken Klang und ist zugleich sehr geschmeidig; es läßt sich zu sehr dünnen Blättchen schlagen und zu feinen Drähten ziehen; sein specifisches Gewicht ist im gegossenen Zustand = 8,895; es schmilzt bei 27° W. (2030° R), es ist nicht flüchtig.

Vorkommen. §. 252. Das Kupfer findet sich in der Natur 1) gediegen in cubischen und octaedrischen Krystallen; 2) als Oxyd; 3) häufig in Verbindung mit Schwefel im Kupferkies zugleich in Verbindung mit andern Metallen; 4) mit verschiedenen Säuren, als arseniksaures, kohlensaures und phosphorsaures Kupferoxyd.

Verbindungen. §. 253. Es verbindet sich mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und den meisten Metallen, seine Oxyde mit Säuren und Alkalien.

In der gewöhnlichen Temperatur wirken Sauerstoffgas und atmosphärische Luft im trocknen Zustande nicht auf das Kupfer, wohl aber im feuchten Zustande, seine Oberfläche überzieht sich dadurch mit einer leichten Oxydschichte, die bald Kohlensäure aus der Luft anzieht und in Grünspan übergeht. Durch Hitze wird seine

Oxydation sehr begünstigt, es läuft mit verschiedenen Farben, gelb, blau, violett an, und überzieht sich in der Rothglühhitze mit einer schwarzbraunen schuppigen Haut, dem Kupferhammerschlag (Kupferasche), ein Gemisch aus unvollkommen oxydirtem und metallischem Kupfer.

Man kennt näher 3 Oxyde; das erste ist braunroth, sein Hydrat ist orangegelb; das zweite oder eigentliche Oxyd ist schwarzbraun und schwarz, sein Hydrat ist blau; das dritte Oxyd ist dunkel braungelb.

Die Auflösungen des ersten Oxyds in Säuren sind farblos, nehmen aber an der Luft Sauerstoff auf und werden grün oder blau; die Auflösungen des zweiten Oxyds sind schön blau oder grün.

Das zweite Oxyd wird durch Ammoniak und kohlensaure Alkalien aufgelöst, ausgezeichnet ist die ammoniakhaltige Kupferoxydauflösung durch ihre schöne lasurblaue Farbe; man erhält diese Auflösung schon, wenn man Ammoniak mit metallischem Kupfer unter Zutritt der Luft stehen läßt, wobei sich das Metall zuerst oxydirt und dann auflöst.

Zu den häufiger angewandten Salzen des Kupfers gehören:

Der blaue oder Kupfervitriol, bestehend aus 32,13 Kupferoxyd, 31,57 Schwefelsäure und 36,30 Wasser.

Das essigsaure Kupfer oder der sogenannte krystallisirte Grünspan, bestehend aus 52,0 Essigsäure, 39,6 Kupferoxyd und 8,4 Wasser; das kohlensaure Kupferoxyd als Malerfarbe, natürlich als Malachit.

Anwendungen.

§. 254. Vom Kupfer werden in Künsten und Gewerben sehr mannigfaltige Anwendungen gemacht.

1) Im metallischen Zustande dient es zur Verfertigung vieler Geräthschaften; in Platten wird es zum Beschlagen der Schiffe angewandt; mit Zink, ungefähr in dem Verhältniß von 75 zu 25 Theilen Zink, bildet es das Messing, mit 10 Theilen Zinn das Kanonenmetall, mit 25 Theilen Zinn das Glockengut; das schönklingende Packfong der Chinesen, welches bei vielen Geräthen die Stelle des Silbers vertreten kann, (Neusilber, Argentan) besteht nach Fyfe aus 40,4 Kupfer, 25,4 Zink, 31,6 Nickel und 2,6 Eisen. Zu Münzen wird es theils rein, theils in Verbindung mit Silber und Gold angewandt.

2) Die Oxyde vereinigen sich im Fluß mit alkalischen Erden und färben Glasflüsse, Porcellan und Email schön grün, mit Zusatz von Borax blau. — Das Berggrün oder Kupfergrün ist ein durch kohlensaure Alkalien gefälltes kohlensaures Kupferoxyd. Das Bergblau ist ein durch Kalk gefälltes Kupferoxydhydrat mit einem Zusatz von Kalk; das braunschweiger Grün wird durch Zersetzung des Salmiaks durch längeres Stehen mit Kupfer bereitet.

3) Von Kupfersalzen wird vorzüglich der Kupfervitriol und krystallisirte Grünspan in der Färberei benutzt; das erstere Salz wird hie und da auch zum Einbeizen des Getreides gebraucht.

4) Als Reagens ist das Kupfer im reinen Zustand eins der

empfindlichsten Mittel, um Quecksilber aus Auflösungen metallisch niederzuschlagen, auch Silber scheidet sich dadurch aus Auflösungen aus. — Das schwefelsaure Kupfer läßt sich zur Entdeckung von kohlensauren Erden und Alkalien gebrauchen, welche damit einen bläulichen Niederschlag geben; Arseniksäure bildet damit einen grünen Niederschlag, wenn zugleich Ammoniak zugesetzt wird, Cyaneisenkalium einen rothbraunen. Frisch bereitete Guajaktinctur ist eins der empfindlichsten Prüfungsmittel auf Kupfer; sie färbt sich damit blau *).

5) Auf den thierischen Körper wirkt das Kupfer und seine Salze schädlich und selbst giftig; kupferne Gefäße müssen daher, je nachdem sie benutzt werden sollen, immer gut verzinnt werden. Das beste Gegenmittel bei Vergiftungen durch Grünspan ist Zucker. Einige Kupferpräparate werden als äußerliche adstringirende Medicamente benutzt.

13) Vom Wißmuth, Bismuthum (Bi = 88,69).

Physische Eigenschaften.

§. 255. Das Wißmuth ist fast gelblich weiß, etwas ins Röthliche spielend, sehr spröde, leicht zu pulverisiren, von blättrigem Gefüge, es krystallisirt in kleinen Würfeln, sein specifisches Gewicht ist 9,67—9,88. Es ist sehr leicht flüssig, schon bei 205° R schmelzend.

Verbindungen und Vorkommen.

§. 256. Bei der gewöhnlichen Temperatur ist es auf Sauerstoffgas und atmosphärische Luft in trockenen Umgebungen ohne Wirkung, in feuchter Luft verliert es aber leicht seinen Glanz. — Bei eintretender Schmelzung verbindet es sich schneller mit Sauerstoff und bildet ein bräunliches Suboxyd, die Wißmuthasche, die durch stärkeres Erhitzen in das Wißmuthoxyd übergeht; dieses ist gelblich und läßt sich in der Kirschrothglühhitze zu einem durchsichtigen, gelblich grünen Glas schmelzen. Mit Schwefel, Selen, Chlor, Jod und den meisten Metallen geht das Wißmuth Verbindungen ein.

Sein Oxyd bildet mit Säuren farblose Salze, wenn die Säuren nicht gefärbt sind.

Es findet sich in der Natur 1) gediegen, 2) als Oxyd, 3) mit Schwefel und in Verbindung mit verschiedenen Metallen.

Anwendungen.

§. 257. Vom Wißmuth wird bis jetzt wenig Gebrauch gemacht; das basisch salpetersaure Wißmuth ist ein reines weißes Pulver, was unter dem Namen Spanischweiß, Perlweiß, Schminkweiß (Magisterium Bismuthi) als Farbmaterial bekannt und auch zuweilen als Medicament gebraucht wird. Es ist zugleich ein empfindliches Reagens auf Schwefelwasserstoffgas, das im frischgefällten Zustand selbst noch die Bleisalze an Empfindlichkeit übertrifft. Die Wißmuthbutter ist ein Wißmuthchlorid aus 66,4 Wißmuth und 33,6 Chlor bestehend.

*) Siehe Pagenstechers Versuche in Dinglers polytechn. Journal. 6. Band, S. 127.

14) Vom Titan, Titanium (Ti = 77,82).

Eigenschaften und Vorkommen.

§. 258. Das Titan wurde von Klaproth im rothen Schörl entdeckt; es konnte bis jetzt noch nicht durch die besten Schmelzöfen zum Fluß gebracht werden, wohl aber durch das Newmannische Gebläse. Es hat im reinen Zustand eine dunkel kupferrothe Farbe und ist sehr spröde. Sein specifisches Gewicht ist noch nicht bestimmt; in der gewöhnlichen Temperatur scheint das Sauerstoffgas nicht auf dasselbe einzuwirken, in der Rothglühhitze wird es aber oxydirt.

Es wurde bis jetzt nur in geringer Menge, theils rein in kleinen Würfeln in manchen Hohofenschlacken, theils in Verbindung mit verschiedenen andern Erden und Metallen gefunden im Rutil, Anatas, im Eisentitan und in verschiedenen Glimmerarten.

Verbindungen.

§. 259. Mit Sauerstoff bildet es ein Oxyd und die Titansäure, welche natürlich und krystallisirt im Rutil und Anatas vorkommt. Die künstlich dargestellte Titansäure ist ein weißes Pulver, welches durch Erhitzung gelb wird.

Anwendungen.

§. 260. Die Titansäure wurde gebraucht, ehe man ihre Natur kannte, um auf Porzellan gelb und braun zu malen, indem es sich in höhern Temperaturen mit Glasflüssen verbindet; übrigens werden von ihm keine Anwendungen gemacht.

15) Vom Kobalt, Cobaltum (Co = 36,9).

Eigenschaften.

§. 261. Das Kobalt ist fest, hart, spröde, in der Rothglühhitze geschmeidig, von feinem Korn, etwas weniger weiß, als das Zinn, mehr ins Röthlichgraue spielend, von 8,538 spec. Gewicht; es schmilzt ungefähr bei dem nämlichen Hitzgrad wie das Eisen bei 130° Wedg.; bei der gewöhnlichen Temperatur wirkt es nicht auf Sauerstoff; in erhöhter Temperatur bildet es unter Wärmeentwicklung ein schwarzes Oxyd.

Verbindungen.

§. 262. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Kobaltmetall in zwei Verhältnissen. Das Protoxyd ist grünlich grau und enthält 15,62 Proc. Sauerstoff, es schmilzt mit Alkalien zu blauen Gläsern; auch das Hydrat dieses Oxyds ist blau. — Das Deutoxyd ist schwarz und enthält 27 Proc. Sauerstoff. Außer dem Sauerstoff verbindet sich das Kobalt mit dem Schwefel, Phosphor, Chlor, Selen und mehreren Metallen. Mit den Säuren geht das Oxyd mehrere Verbindungen zu Salzen ein, welche durch ihre Farbenveränderungen merkwürdig sind. Mehrere derselben bilden im neutralen Zustand rothe Auflösungen, bei einem schwachen Ueberfluß der Säuren aber grüne; ätzende Alkalien fällen sie blau; Ammoniak löst sie mit rother Farbe auf; Cyankalium fällt sie apfelgrün. — Das Chlorkobalt ist blaßroth, die salzsäurehaltige Lösung bei dem Erwärmen blau, bei einem geringen Ueberschuß der Säure wird sie grün; sie bildet eine sogenannte sympathetische Tinte. Eine damit geschriebene Schrift ist farblos, wird aber blau, so wie die Schrift erwärmt wird. — Das essigsaure Kobalt bildet eine ähnliche sympathetische Tinte.

Das phosphorsaure Kobalt ist ein unauflösliches purpurrothes Pulver, welches mit 8 Theilen gallertartiger Alaunerde erhitzt ein sehr schönes blaues Pigment giebt, welches die Stelle des Ultramarins vertritt und auch Thenardisches Blau genannt wurde.

Das arseniksaure Kobalt ist rosenroth und bildet die sogenannte Arsenikblüthe.

Eine Vermengung von Kobaltoxyd mit Zinkoxyd bildet eine sehr schöne grüne Farbe, nach ihrem Erfinder Riemannsgrün genannt.

Vorkommen. §. 263. In der Natur findet sich dieses Metall in verschiedenen Kobalterzen, in Verbindung mit Sauerstoff, Arsenik, Schwefel, Eisen, zuweilen auch Kupfer. Es wird am leichtesten aus dem Glanzkobalt dargestellt, das 44 Proc. dieses Metalls in Verbindung mit Arsenik und etwas Schwefel enthält.

Anwendungen. §. 264. Außer den schon erwähnten Anwendungen zu Farben dient das Oxyd dieses Metalls vorzüglich zur Verfertigung der Smalte, zum Blaufärben der Gläser und Porzellanarten; die färbende Kraft des Kobalts ist in dieser Beziehung vielleicht größer, als bei irgend einem andern Metall; ein Gran Kobaltoxyd färbt 240 Grane Glas völlig blau.

16) Vom Cerium, Cerium (Ce = 57,47).

Eigenschaften. §. 265. Das Cerium ist fest, spröde, von blättrigem Gefüge, graulichweiß; es ist unschmelzbar; sein spec. Gewicht ist noch nicht bestimmt. Bei der gewöhnlichen Temperatur ist es auf das Sauerstoffgas ohne Wirkung, in der Rothglühhitze oxydirt es sich aber; es bildet zwei Oxyde, das erste ist weiß, das zweite roth; seine Salze sind weiß oder gelb gefärbt und haben einen süßen Geschmack, sie werden durch Cyaneisenkalium weiß niedergeschlagen.

Außer dem Sauerstoff geht das reine Metall auch mit Schwefel, Chlor und einigen Metallen Verbindungen ein.

Vorkommen. §. 266. Bis jetzt wurde dieses Metall nur in wenigen Fossilien, namentlich im Cerit und Cerin in Verbindung mit einigen Erden und Metalloxyden gefunden.

Mit Glasflüssen versetzt, läßt es sich zu gelben und hellbraunen Farben auf Porzellan benutzen.

17) Vom Uran, Uranium (U — 157,34).

Eigenschaften. §. 267. Das Uran ist hart, spröde, sehr strengflüssig, von dunkler, dem Schwarzen sich nähernder Farbe, nach Bucholz von 9,00 spec. Gewicht; es krystallisirt in kleinen octaedrischen Krystallen; durchs Pulverisiren verliert es das metallische Ansehen und bildet ein dunkelrothes Pulver.

Verbindungen. §. 268. Bis jetzt wurde dieses Metall nur mit wenigen andern Körpern in Verbindung gebracht. Mit Sauerstoff bildet es ein Oxydül und Oxyd. Das Uranoxydül kommt unrein in der Pechblende, als schwarze Masse vor, das künstlich bereitete ist schwarzgrün; das Uranoxyd ist gelb. Die Salze des ersten Oxyds sind

grün gefärbt und geben grüne Auflösungen, die des zweiten Oxyds sind gelb, im Wasser meist auflöslich und dann sehr herb ohne metallischen Beigeschmack; durch Cyaneisenkalium wird das erste Oxyd aus den Salzauflösungen mit schöner braunrother Farbe, das zweite mit dunkelrother, fast blutrother Farbe gefällt.

§. 269. Es wurde zuerst von Klaproth im Jahr 1789 in der Pechblende entdeckt; nachher fand man es auch im grünen Glimmer oder Uranglimmer und Uranocher. Vorkommen.

§. 270. Die Oxyde verbinden sich mit verglasbaren Substanzen und ertheilen denselben braune und grüne Farben; beim Porzellan bewirkt es mit dem gewöhnlichen Fluß angewandt eine orangegelbe Farbe. Anwendungen.

18) Vom Antimonium oder Spießglanz, Stibium ($Sb = 53{,}76$).

§. 271. Das Antimonium ist fest, blaulich weiß, glänzend und sehr spröde, hat ein strahlig blättriges Gefüge und läßt sich leicht pulverisiren, zwischen den Fingern gerieben theilt es diesen einen eigenen merklichen Geruch mit; sein spec. Gewicht ist 6,72; es schmilzt nah unter der Rothglühhitze bei 410° R. — In gewöhnlicher Temperatur wird es im Trocknen an der Luft vom Sauerstoff nicht angegriffen; an feuchter Luft verliert es jedoch nach und nach etwas von seinem Glanz. Eigenschaften.

§. 272. Es geht mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und mehreren Metallen Verbindungen ein. Verbindungen.

Mit Sauerstoff bildet es ein Oxyd und zwei Säuren. Das Oxyd ist weiß, natürlich findet es sich als Weißspießglanzerz, 100 Theile Metall sind mit 18,6 Sauerstoff verbunden; die antimonige Säure ist ein weißes, unschmelzbares Pulver; die Antimonsäure, ein blaßgelbes geschmackloses Pulver, erstere enthält in 100 Theilen 24,8, letztere 37,2 Sauerstoff.

Der Schwefel bildet mit Antimonium mehrere wichtige Verbindungen; 100 Theile des Metalls bilden mit 37 Theilen Schwefel den Schwefelspießglanz oder das Schwefelantimonium. — Durch Rösten und Schmelzen dieser Verbindung erhält man ein hyacinthrothes Glas, das Spießglanzglas, in welchem Antimoniumoxyd mit Schwefelantimonium verbunden ist. Schwefelantimonium.

Der Goldschwefel besteht nach Thenard aus 68,3 Antimoniumoxyd, 12 Schwefel und 17,87 Schwefelwasserstoff, der Kermes aus 72,76 Antimoniumoxyd, 4,15 Schwefel und 20,3 Schwefelwasserstoff. Goldschwefel.

Mit den Säuren bilden die Antimonoxyde mehrere Salze, welche farblos, gelblich oder roth sind und gewöhnlich stark brechenerregende Wirkungen besitzen; die im Wasser auflöslichen werden

durch Schwefelwasserstoff pomeranzenfarbig gefällt; zu den wichtigern derselben gehört der Brechweinstein, er besteht aus 39,6 Antimoniumoxyd, 35,4 Weinsteinsäure, 16,7 Kali und 8,2 Wasser.

Brechweinstein.

Mit Chlor bildet das Antimonium die ätzendscharfe Spießglanzbutter, Butyrum antimonii, nach Davy aus 60,42 Antimonium und 39,58 Chlor bestehend.

Vorkommen. §. 273. In der Natur findet sich das Antimonium 1) gediegen, 2) als Oxyd, 3) sehr häufig in Verbindung mit Schwefel als rohes Antimonium (Antimonium crudum), 4) zuweilen auch als geschwefeltes Oxyd.

Anwendungen. §. 274. Seine wichtigern Anwendungen sind diese:

1) Im gediegenen Zustand bilden 80 Theile des Metalls mit 15—25 Theilen Blei das Schriftmetall, 1 Theil des Metalls bildet mit 4 Theilen Zinn eine silberweiße Composition, welche zum Notendruck benutzt wird.

2) Seine Oxyde schmelzen mit Erden zu Gläsern von mehr oder weniger Dunkelorangefarbe, daher sie zur Emailmalerei gebraucht werden.

3) Die Spießglanzpräparate sind sehr wirksame Medicamente, die zwar je nach ihrer verschiedenen Zusammensetzung sehr verschieden wirken, jedoch im Allgemeinen darin übereinkommen, daß sie die Secretionen der Haut, Lunge und des Darmkanals erhöhen und in starken Gaben Brechen und Purgiren hervorbringen.

19) Vom Columbium oder Tantalum (Ta = 182,3).

Entdeckung und Vorkommen. §. 275. Das Columbium wurde im Jahre 1801 von Hatchett in einem amerikanischen Erz entdeckt und nach dem Entdecker Amerika's Columbium genannt; kurze Zeit nachher fand es Eckeberg auch in schwedischen Mineralien und nannte es Tantalum; erst später wies Wollaston die Identität beider nach.

Eigenschaften. §. 276. Es ist dunkelgrau, sehr hart und läßt sich zu einem glanzlosen dunkelbraunen Pulver zerreiben, seine kleinsten Theile sind so hart, daß sie das Glas ritzen, sein spec. Gewicht ist 5,61, es ist sehr strengflüssig, die stärkste Schmelzhitze bewirkt nur ein Zusammenbacken seiner Theile.

Verbindungen. §. 277. Bei der gewöhnlichen Temperatur wirken Sauerstoff und atmosphärische Luft nicht auf das Tantalum; wird es jedoch bis zur Rothglühhitze an der freien Luft erhitzt, so verglimmt es ohne Flamme, absorbirt einige Procente Sauerstoff und verwandelt sich in ein graulichweißes Pulver, welches eine schwache Säure ist und Columbiumsäure genannt wurde. — Durch andere Säuren, ausgenommen die Flußsäure, wird das Metall nicht angegriffen; man kennt von ihm bis jetzt noch keinen Nutzen. Die braunen und schwarzen Tantalite, (ein Mineral) sind tantalsaure Ytter- und Kalkerde.

20) Vom Wolframm, Scheel oder Tungstein, Wolframium (W = 120,7).

§. 278. Scheele fand im Jahre 1781 in dem Tungstein oder Schwerstein eine eigentliche Säure, die er Tungsteinsäure nannte; erst spätere Untersuchungen zeigten, daß diese Säure metallischer Natur ist, das ihr zu Grunde liegende Metall wurde alsdann Wolframm und auch seinem Entdecker zu Ehren Scheelium genannt.

Entdeckung und Benennung.

§. 279. Es ist hart, spröde und sehr strengflüssig, kaum durch die Feile angreifbar, graulich weißglänzend, von großem spec. Gewicht, welches 17,6 beträgt. Es widersteht dem Feuer der besten Schmelzöfen. In der gewöhnlichen Temperatur wirkt Sauerstoff nicht auf dieses Metall ein; wird es an der freien Luft bis zur Rothglühhitze erhitzt, so oxydirt es sich und wird braun.

Eigenschaften.

§. 280. Das Wolframm geht außer dem Sauerstoff mit einigen brennbaren Körpern, mit Schwefel und mehreren Metallen Verbindungen ein, von welchen jedoch mehrere noch nicht näher untersucht sind.

Verbindungen.

Mit dem Sauerstoff bildet es 3 Oxyde; das erste Oxyd ist dunkelbraun, das zweite indigoblau, das dritte orangegelb, letzteres ist die Wolframmsäure, welche aus einem Antheil des Metalls mit 3 Antheilen Sauerstoff besteht; sie geht mit Salzbasen bestimmte Verbindungen ein, welche scheelsaure oder wolframmsaure Salze genannt werden.

Die im Wasser auflöslichen dieser Salze werden durch Schwefel- und Salzsäure in der Kälte weiß, in der Hitze gelb gefällt; Salpetersäure fällt sie mit gelber Farbe.

§. 281. Man findet das Wolframm gewöhnlich als wolframmsauren Kalk und als wolframmsaures Eisen in Begleitung mit Zinnerzen.

Vorkommen und Anwendungen.

Anwendungen werden bis jetzt von diesem Metall noch keine gemacht; Guyton fand, daß das Oxyd den vegetabilischen Farben große Dauerhaftigkeit giebt.

21) Vom Chrom oder Farbenmetall, Chromium (Chr = 35,18).

§. 282. Das Chrom wurde von Vauquelin im Jahr 1797 im rothen sibirischen Bleispath entdeckt; später wurde es auch im chromsauren Eisen und in verschiedenen andern Mineralien, auch im sächsischen Serpentin, in vielen Steinen der Talkordnung und in den Meteorsteinen gefunden; es erhielt diese Benennung von χρωμα, Farbe, indem es die Eigenschaft hat, mit sehr vielen Körpern farbige Zusammensetzungen zu bilden, namentlich bildet seine Säure mit Alkalien farbige Salze.

Entdeckung und Vorkommen.

§. 283. Das Chrom ist im reinen Zustand fest, spröde, stahlgrau, von 5,9 spec. Gewicht, schwer schmelzbar; es wird etwas vom Magnet gezogen. Es ist an der Luft beständig, wird von keiner Säure angegriffen, oxydirt sich aber durch Schmelzen mit Kali und bildet mit diesem dann chromsaures Kali.

Eigenschaften.

Verbindungen. §. 284. Außer dem Sauerstoff geht das Chrom mit Schwefel, Phosphor, Chlor und verschiedenen Metallen Verbindungen ein.

Chromoxyde. Mit Sauerstoff bildet das Chrom ein Oxydül, ein Oxyd und eine Säure, das Oxydül ist dunkelgrün, es wird durch starkes Glühen hellgrün, es besteht aus einem Antheil Chrom mit 3 Antheilen Sauerstoff. Mit Wasser bildet es ein graugrünes Hydrat. Das Oxyd ist dunkelrothbraun mit etwas Glanz; es läßt sich als eine Verbindung von 2 Antheilen Oxydul mit einem Antheil Chromsäure ansehen. — Das dritte Oxyd, die eigentliche Chromsäure, bildet ein dunkelrothes Pulver oder dunkelbräunlichrothe Krystalle; schmeckt sehr sauer, herb metallisch, zerfließt an der Luft und ist im Wasser auflöslich, sie besteht aus einem Antheil des Metalls mit 6 Antheilen Sauerstoff.

Chromsalze. Die Hydrate der Chromoxyde sind in Schwefel und Salpetersäure leicht auflöslich und bilden damit Salze.

Die Chromoxydulsalze sind grün oder blau, sie werden durch fixe Alkalien graugrün gefällt, lösen sich aber bei einem Ueberfluß des Fällungsmittels in diesem wieder auf; Aetzammoniak fällt sie mit grüner Farbe, Galläpfeltinctur braun, Cyaneisenkali gleichfalls grün.

Die Chromoxydulsalze sind röthlichbraun und werden durch fixe Alkalien und Aetzammoniak braun gefällt.

Die chromsauren Alkalien und Erden bilden gelbe Auflösungen, welche mit Quecksilberoxydulsalzen ziegelrothe und mit Silbersalzen purpurrothe Niederschläge geben.

Anwendungen. §. 285. Das Chrom wird vorzüglich zum Färben, Malen und auf Porzellan angewandt.

1) Das grüne Oxyd liefert in der Porzellanmalerei weit sattere und dunklere Farben, als das Kupferoxyd.

2) Das neutrale chromsaure Blei ist unter dem Namen Chromgelb im Handel; es wird als Schmelz- und Malerfarbe angewandt, auch läßt es sich auf Seide, Leinen und Baumwolle befestigen, wenn diese zuerst mit einer Auflösung von Bleizucker getränkt, und alsdann in eine verdünnte heiße Lösung von chromsaurem Kali getaucht werden.

3) Das basischchromsaure Blei, Rothbleierz, giebt mit Oel eine vortreffliche Deckfarbe, die durch Mengung mit Bleiweiß nicht an Lebhaftigkeit verliert; auch zu Zitzdruckereien läßt sie sich anwenden.

4) Schmilzt man die Chromsäure mit Boraxglas oder Phosphorsäure, so theilt sie diesen Substanzen eine schöne smaragdgrüne Farbe mit.

22) Vom Molybdän, Molybdaenum (Mo = 59,68).

Benennung und Vorkommen. §. 286. Dieses Metall wurde längere Zeit mit dem Graphit verwechselt, mit welchem die Verbindung dieses Metalls mit Schwefel im Molybdänerz oder sogenannten

Wasserblei Ähnlichkeit hat; in einigen Gegenden findet es sich auch in Verbindung mit Bleioxyd; es gehört dahin das molybdänsaure Blei in Kärnthen.

Eigenschaften.

§. 287. Im reinen Zustand ist dieses Metall silberweiß, beträchtlich hart, spröde, feuerbeständig, strengflüssiger, als Mangan, von 8,611 spec. Gewicht; wird es an freier Luft bis zum Rothglühen erhitzt, so entzündet es sich und bildet weiße Dämpfe, welche sich sublimiren und zu kleinen Nadeln verdichten, welche die Molybdänsäure bilden.

Verbindungen.

§. 288. Dieses Metall geht außer dem Sauerstoff mit Schwefel, Phosphor, Chlor und einigen Metallen Verbindungen ein.

Mit dem Sauerstoff bildet es 2 Oxyde und eine Säure; das erste Oxyd ist ein schwarzes, das zweite ein braunes Pulver, die Molybdänsäure weiß, krystallinisch, sie schmeckt scharf aber nicht sauer, röthet die Lackmustinktur schwach, ist in etwa 600 Theilen Wasser auflöslich, schmilzt und verflüchtigt sich in starker Hitze; ihr spec. Gewicht ist 3,4; sie besteht aus 1 Antheil Molybdän und 3 Antheilen Sauerstoff.

Die molybdänigsauren Salze zeichnen sich durch schöne blaue Farben aus, welche sie aber durch höhere Oxydation verlieren, wobei sie in molybdänsaure Salze übergehen.

Anwendungen.

§. 289. Dieses Metall fand bis jetzt noch wenige Anwendungen.

Durch Digestion des Zinns mit Molybdänsäure erhält man den von Richter sogenannten blauen Carmin (der nicht mit dem gefällten Indigo zu verwechseln ist). Leichter erhält man diese Verbindung durch Vermischung von Chlorzinn mit molybdänsaurem Kali, wobei sich molybdänsaures Zinnoxyd von schöner blauer Farbe bildet. — Um diese Farbe auf Seide zu befestigen, wird die Seide in einer Lösung von Chlorzinn gebeizt und darauf mit einer Auflösung von molybdänsaurem Kali digerirt. — Auch durch Digestion von metallischem Zink, Blei, Nickel, Quecksilber und Silber mit Molybdänsäure, Wasser und etwas Salzsäure erhält man sehr schöne blaue molybdänige Salze.

23) Vom Arsenik, Arsenicum (Ar = 47,034).

Entdeckung.

§. 290. Das Arsenik wird zwar schon im 11ten Jahrhundert von Avicenna erwähnt, als eigenthümliches Metall wurde es jedoch erst im Jahr 1733 von Brandt dargestellt. —

Vorkommen.

Es ist in der Natur ziemlich verbreitet. Es findet sich 1) gediegen, 2) im Oxydzustand, 3) in Verbindung mit Schwefel und andern Metallen im Arsenikkies, Realgar, Operment und der Arsenikblüthe; 4) als Säure in arseniksauren Salzen.

Eigenschaften.

§. 291. Das Arsenikmetall ist fest, stahlgrau, zwischen Zinnweiß und Blaugrau in der Mitte stehend, sehr spröde, auf frischem Bruch glänzend, an der Luft aber bald seinen Glanz verlierend und schwarz anlaufend; sein Gefüge ist körnig und manch-

eines geruchlosen Dampfs verflüchtigen; beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand nimmt es ein verworrenes krystallinisches farrenkrautblattähnliches Aussehen an; es krystallisirt in Octaedern, sein Gefüge ist dicht, sein Bruch hakig.

Verbindungen. §. 297. Das Cadmium geht mit Sauerstoff, Chlor, Jod, Schwefel, Phosphor und fast mit allen Metallen Verbindungen ein.

Mit Sauerstoff kennt man bis jetzt nur eine Verbindung. Erhitzt man es stark in Berührung mit Sauerstoff, so verbrennt es zu einem Oxyd, welches sich unter der Gestalt eines bräunlichgelben Dampfes zum Theil verflüchtigt; das vollkommene Oxyd ist hellrothbraun, es besteht aus einem Antheil Metall mit zwei Antheilen Sauerstoff.

Mit Wasser bildet das Oxyd ein weißes Hydrat, welches an der Luft Kohlensäure anzieht.

Die Salze des Cadmiumoxyds sind meist farblos, sie werden durch Alkalien weiß, durch Schwefelwasserstoff gelb gefällt.

Mit Schwefel bildet es das Schwefelcadmium, welches orangegelb ist, und zu feinem Pulver gerieben als schöne feuerrothe Farbe in Oel und Wasser dienen kann.

Mit Phosphor verbindet es sich leicht. — Mit Metallen bildet es spröde Legirungen.

Außer der Anwendbarkeit als Farbe kennt man von demselben noch keinen Nutzen.

25) Vom Zinn, Stannum (Sn = 73,53).

Entdeckung und Vorkommen. §. 298. Das Zinn ist seit den ältesten Zeiten bekannt, ob es gleich nicht sehr häufig vorkommt; es findet sich meist oxydirt, seltener als Schwefelzinn, und in Verbindung mit Kupfer und Eisen. Die schönsten Zinnbergwerke finden sich in Indien, England, Spanien; auch in Sachsen und Böhmen wird es im Großen gewonnen.

Eigenschaften. §. 299. Das Zinn ist bei der gewöhnlichen Temperatur fest, dem Silber fast an Weiße gleichkommend, an der Luft lange Glanz behaltend; nur nach und nach erhält es eine etwas mattere Farbe. Es ist nicht sehr hart, jedoch härter als Blei; beim Hin- und Herbiegen läßt es ein eigenes Geräusch hören; es läßt sich gut zu dünnen Blättern schlagen, die unter dem Namen Staniol im Handel sind, dagegen schlecht in Drähte ziehen. Sein spec. Gewicht ist 7,291, nach dem Auswalzen = 7,299; beim Reiben verbreitet es einen eignen Geruch, der sich den Fingern mittheilt; es schmilzt bei 182° R; in der Ruhe schießt es beim Erkalten unter den gehörigen Umständen in langen feinen Nadeln an, welche sich oft zu Rhomben anhäufen; das geschmolzene Zinn erhält auf seiner Oberfläche zarte dendritische Zeichnungen, wenn es kurze Zeit in Säuren gelegt wird (moire metallique). Bei hohen Temperaturen entzündet sich das Zinn, und verbrennt mit weißer, violett gesäumter Flamme,

wobei sich Zinnoxyd bildet, welches sich zum Theil verflüchtigt und als sogenannte Zinnblumen sublimirt.

Verbindungen.

§. 300. Das Zinn verbindet sich außer dem Sauerstoff mit Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und den meisten Metallen.

Mit Sauerstoff bildet das Zinn 2 Oxyde. — Das erste oder Oxydul ist schwärzlichgrau, und brennt wie Zunder, wenn es an der Luft einer hohen Temperatur ausgesetzt wird; es besteht aus 1 Antheil Zinn und 2 Antheilen Sauerstoff; das Hydrat dieses Oxyds ist weiß. — Das zweite Oxyd, oder vollkommene Oxyd, enthält doppelt so viel Sauerstoff, als das erste; es hat verschiedene Farben, je nach seiner verschiedenen Bereitungsart; das durch Oxydation mit Salpetersäure gebildete Oxyd ist weiß, röthet Lackmus, und wurde daher auch Zinnsäure genannt; in der Hitze verflüchtigen sich aus demselben 12,36 Proc. Wasser, wobei ein hellgelbliches Oxyd zurückbleibt.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Zinn in drei Verhältnissen, 1 Antheil Zinn mit 2, 3 und 4 Antheilen Schwefel.

Musivgeld.

Letztere Verbindung ist unter dem Namen Musivgeld bekannt. Es ist fest, in goldgelben, halbdurchsichtigen, weich anzufühlenden Blättern krystallisirbar, bestehend aus 100 Theilen Zinn und 53,14 Schwefel.

Verdünnte Chlorwasserstoff- oder Salzsäure ist das schicklichste Auflösungsmittel für Zinn, wobei sich Zinnchlorüren bilden, die man sonst salzsaures Zinn nannte.

Anwendungen.

§. 301. Das Zinn hat sehr viele Anwendungen:

1) Es ist unschädlich auf den thierischen Körper, und dient daher im reinen Zustande, oder in sehr geringer Menge mit andern Metallen versetzt, zu verschiedenen Gefäßen und Instrumenten.

2) Mit Kupfer in verschiedenen Verhältnissen verbunden, bildet es Metallcompositionen, welche zu Glocken, Kanonen und von den Alten auch zu schneidenden Instrumenten benutzt wurden; das Kupfer wird dadurch gelb, härter und mehr vor Rost geschützt.

3) Mit dem Doppelten seines Gewichts Blei giebt es das sogenannte Schnellloth der Flaschner, welches härter, als jedes einzelne dieser Metalle, aber zugleich leichtflüssiger ist.

4) Mit Zink erhält man eine Legirung, die härter, als Zink, und fester, als Zinn ist, die häufig in England angewandt wird.

5) Durch Ueberziehen von Eisenblech mit Zinn erhält man das Weißblech; durch einen ähnlichen dünnen Ueberzug erhält man verzinnte Kupfergefäße.

6) In dünnen Blättern mit Quecksilber amalgirt, dient es zum Belegen der Spiegel.

7) Das Musivgold dient als Farbmaterial zum Broncinen auf Gyps und Holz, auch zum Belegen der Kissen bei Elektrisirmaschinen.

8) Die Zinnasche mit einem kleinen Zusatz von Blei dient, Gläsern und Spiegeln durch Reiben damit eine gewisse Politur zu geben.

9) Durch Behandlung des Zinns mit einem Gemisch aus Salz-

säure und Salpetersäure erhält man das Chlorzinn, welches häufig bei der Scharlachfärberei benutzt wird.

10) Als Reagens dient 1) das Zinn im metallischen Zustande, um einige Metalle aus ihren Auflösungen zu fällen; 2) das Chlorzinn, es ist eines der emfindlichsten Reagentien auf Gold, das dadurch mit Purpurfarbe (als Goldpurpur des Cassius) gefällt wird; Platinauflösungen färben sich dadurch blutroth; Palladiumauflösungen grünlich.

26) Vom Eisen, Ferrum, Mars (Fer. Fe = 33,92).

Vorkommen. §. 302. Das Eisen ist unter allen Metallen am häufigsten in der Natur verbreitet, und seit den ältesten Zeiten als eines der nützlichsten Metalle geschätzt. Es findet sich in der Natur gewöhnlich im oxydirten Zustande, oft auch vererzt in Verbindung mit Schwefel und andern Metallen, seltner mit Säuren; im gediegenen Zustande wurde es bis jetzt nur sehr selten gefunden; man fand es in dieser Form in Nordamerika, namentlich aber in den Meteorsteinen in Verbindung mit Nickel. — In vielen thierischen und Pflanzentheilen findet sich gleichfalls nicht selten etwas Eisen; ebenso ist es in der Ackererde allgemein verbreitet.

Eigenschaften. §. 303. Das reine Eisen ist weißgrau, glänzend, von etwas faserigem oder blätterigem Gefüge, stark gekörnt, bei der gewöhnlichen Temperatur fest, hart, durch Reiben einigen Geruch erlangend, ungehämmert von 7,207, gehämmert von 7,788 spec. Gewicht. Es wird vom Magnet gezogen und wird selbst Magnet. Es ist weniger dehnbar, als Gold, Silber und Kupfer, aber sehr geschmeidig und zäh, es läßt sich in Drähte von der Dünne eines Menschenhaars ausziehen; unter allen Metallen besitzt es die meiste Tenacität; ein Eisendraht von 0,886 par. Linie Dicke zerreißt erst durch ein Gewicht von 679,4 Pfunden. Bei der Glühhitze wird es weicher und leichter dehnbar; bei starker Weißglühhitze lassen sich 2 Stücke durch Hammerstreiche zusammenkneten (zusammenschweißen); erst in höhern Hitzgraden, bei 130° Wedg., schmilzt es. Es verbrennt in der Glühhitze, indem es sich oxydirt, im reinen Sauerstoffgas geschieht diese Verbrennung sehr rasch.

Verbindungen. §. 304. Das Eisen geht mit sehr vielen Körpern Verbindungen ein: es verbindet sich mit Sauerstoff, Bor, Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und den meisten Metallen.

Eisenoxyde. Mit Sauerstoff bildet es 2 Oxyde. — Das erste oder Oxydul ist schwarz; es bildet sich, wenn man Wasserdämpfe über glühendes Eisen streichen läßt, wobei das Wasser zerlegt wird und das Wasserstoffgas entweicht. Schon an feuchter Luft liegendes Eisen oxydirt sich auf ähnliche Art, das Oxydul absorbirt in diesem Fall

Rost. zugleich Kohlensäure, und bildet so den gewöhnlichen Rost. Das Oxydul besteht aus 1 Antheil Eisen und 2 Sauerstoff, sein Hydrat ist weißlich, mit den Säuren bildet es meist grüne Salze, welche sich gewöhnlich leicht in Wasser auflösen, bald an der Luft oxydiren, und zum Theil in Oxydsalze übergehen. — Das vollkommene Eisen-

oxyd besitzt im natürlichen krystallisirten Zustand eine graue Farbe, wird aber durchs Pulverisiren roth, das künstliche ist karmosinroth, es enthält einen Antheil Eisen mit 3 Antheilen Sauerstoff, sein Hydrat ist braungelb, mit Säuren bildet es braune Salze, welche an der Luft meist leicht zerfließen; durch Galläpfeltinctur werden sie schwarzblau, durch Cyaneisenkalium berlinerblau, durch bernsteinsaure Alkalien hellbraun, und durch arsenitsaure Salze weiß gefällt. — Diese beiden Oxyde finden sich nicht selten gemischt mit einander; es gehört dahin der gewöhnliche Hammerschlag, der sich bildet, wenn man Eisen an der Luft glüht, eine Verbindung des Oxyds mit dem Oxydul, ein Eisenoxydoxydul (oxydum ferroso-ferricum); in der Natur findet sich diese Verbindung rein in dichter Form im Magneteisenstein, der sich aus 2 Theilen des Oxyds mit einem Antheil des Oxyduls bestehend ansehen läßt.

Hammerschlag.

Schwefel mit einer gleichen Menge Eisen erhitzt, giebt eine graue metallischglänzende Masse, die sich auch in der Natur im Magnetkies findet, mit verdünnten Säuren in Berührung gebracht, entwickelt sich Schwefelwasserstoff. — Eisen in Verbindung mit doppelt so viel Schwefel bildet den gewöhnlichen Schwefelkies. Stabeisen wird durch Beimengung von Schwefel rothbrüchig.

Schwefeleisen.

Mit Kohlenstoff geht das Eisen sehr verschiedene Verbindungen ein; es gehören dahin das Roh- oder Gußeisen, der Stahl, das Reißblei *).

Eisen mit Kohle.

Das Roh- oder Gußeisen erhält man beim ersten Ausschmelzen der Eisenerze, es enthält gewöhnlich nur 94—96 Proc. wirkliches Eisen, das Uebrige besteht aus 2—3 Proc. Kohlenstoff mit Beimengungen von verschiedenen Erdmetallen, Mangan, Schwefel, Phosphor. Es ist spröde, läßt sich weder kalt, noch glühend schmieden; es hat ein körnig blättriges Gefüge und gewöhnlich ein spec. Gewicht von 7,251. Man befreit das Roheisen durch das sogenannte Frischen (kunstmäßiges Glühen und Hämmern) von seinem Kohlenstoff und erhält dadurch das weiche oder Stabeisen, dessen spec. Gewicht gewöhnlich 7,7 beträgt.

Roheisen.

Man erhält sogenannten Brenn- oder Cementstahl, wenn man Stabeisen mit Kohlenpulver dicht umgiebt und in verschlossenen Gefäßen mehrere Tage lang glüht; man erhält Gußstahl, wenn man Cementstahl mit einem Zusatz von Glas und Kohlenpulver schmilzt. Durch Glühen und schnelles Eintauchen in Wasser erhält der Stahl seine Härte. Der Stahl enthält $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{18}{1000}$, der beste 5—7 Tausendtheile seines Gewichts Kohlenstoff, er ist fest, sehr glänzend, einer schönen Politur fähig, von sehr dichtem körnigem Gefüge. Wahrscheinlich enthalten die Stahlarten (namentlich der damascirte oder Sprotzstahl) außer Kohlenstoff Erdmetalle innig beigemengt. Stahl, welcher 1 bis 1½ Proc. Chrom enthält,

Stahl

*) Anm. Die Versuche von Karsten und Sefström haben erwiesen, daß Graphit nichts weiter wie Kohle und nur zufällig mit Eisen verunreiniget ist. (Siehe Kohlenstoff, §. 171.)

läßt sich besser, als gewöhnlicher Gußstahl, zu feinen und scharfen Instrumenten verarbeiten.

Anwendungen. §. 305. Die Anwendungen des Eisens in Künsten und Gewerben im gediegenen Zustand und als Stahl sind höchst mannigfaltig und zu bekannt, als daß sie hier einer nähern Erwähnung bedürften; weniger ist dieses mit folgenden Anwendungen.

1) Mehrere Eisenpräparate sind durch lebhafte Farben ausgezeichnet, und werden als solche längst benutzt; der Ocker und das sogenannte englische Roth sind Eisenoxyde, mehr oder weniger mit erdigen Theilen gemengt. Der grüne Eisenvitriol ist schwefelsaures Eisenoxydul; das Eisenoxyd bildet mit Gallussäure schwarze Farbe, die als Tinte und schwarze Farbe häufig gebraucht wird; das künstliche Berlinerblau besteht aus einer Verbindung der ersten und zweiten Eisencyanür, das natürliche aus phosphorsaurem Eisenoxydul.

2) Als Reagens dient das metallische Eisen zur Entdeckung kleiner Mengen von Kupfer in Auflösungen; sie legen sich auf ein blankes Stückchen Eisen als eine feine kupferrothe Haut an. — Das schwefelsaure Eisen ist das empfindlichste Reagens auf Blausäure, auch für Gallussäure ist es sehr empfindlich; zugleich zeigt diese Eisenauflösung mehrere nähere Pflanzenstoffe durch charakteristische Veränderungen an.

3) Auf den thierischen Körper wirkt das Eisen unschädlich; im reinen Zustand und verschiedene seiner Präparate dienen, zweckmäßig angewandt, als stärkende und adstringirende Medicamente. Es gehören dahin die feine Eisenfeile, das saure kohlensaure Eisenoxyd im Wasser aufgelöst als Stahlwasser, eisenhaltige Aepfel- und Quittenextracte, verschiedene eisenhaltige Tincturen.

27) Vom Zink, Spiauter, Spelter, Zincum (Zn = 40,52).

Vorkommen. §. 306. Das Zink gehört zu den ältern Metallen; im vererzten Zustand als Galmei, aus welchem mit Kupfer Messing bereitet wird, ist es längst bekannt; als eignes Metall scheint es zuerst aus China zu uns eingeführt worden zu sein. — Es findet sich in der Natur als Oxyd in Verbindung mit Kieselerde im Galmei, in Verbindung mit Schwefel in der Blende und in Verbindung mit Kohlensäure und Schwefelsäure.

Eigenschaften. §. 307. Das Zink ist im reinen Zustand glänzend weiß ins Bläuliche spielend, von blättrigem Gefüge, zwischen den Fingern gerieben ertheilt es diesen einen eigenen Geruch und Geschmack. Es behält in trockner Luft lange seinen Glanz; sein spec. Gewicht ist im geschmolzenen Zustand 6,862, im gehämmerten 7,215; seine Geschmeidigkeit ist sehr verschieden, je nach der verschiedenen Temperatur, unter der es behandelt wird. Das im Handel vorkommende Zink ist bei der gewöhnlichsten Temperatur spröde, bei der Hitze des kochenden Wassers bis 100° läßt es sich schmieden, walzen und zu Draht ziehen; in höherer Temperatur bei 164° R wird es wieder spröder und läßt sich selbst pulverisiren. Es schmilzt bei 288° R unter der Rothglühhitze; noch mehr erhitzt verflüchtigt es sich; in

offenen Gefäßen brennt es bei der Rothglühhitze mit einer glänzend weißgelben und grünen Flamme.

Verbindungen.

§. 308. Das Zink läßt sich mit Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel, Phosphor, Selen, Chlor, Jod und wahrscheinlich mit allen Metallen verbinden.

Zinkoxyde.

Mit Sauerstoff bildet das Zink nur ein Oxyd, es ist weiß, sublimirt sich, bei dem Verbrennen des Metalls, als ein zartes, weißes Pulver, sogenannte Zinkblumen; man erhält es auch durch Fällung einer schwefelsauren Zinkauflösung mit kohlensaurem Natron.

Mit Schwefel bildet das Zink eine feste glanzlose gelbliche Masse, mit Phosphor eine grau metallisch glänzende, mit Chlor eine weißgraue Masse, die weich wie Wachs ist (die Zinkbutter), mit Wasserstoff bildet es ein farbloses Gas von unangenehmem Geruch.

Zinksalze.

Das Zink und sein Oxyd lösen sich leicht in den Mineralsäuren auf; Wasser wird durch Zink leicht zerlegt. Die Zinksalze sind farblos, weiß, meist in Wasser auflöslich, schmecken stark herb; sie werden durch fixe Alkalien und Ammoniak weiß, als Hydrat gefällt und durch einen Ueberschuß derselben wieder aufgelöst.

Anwendungen.

§. 309. Von dem Zink werden viele Anwendungen gemacht.

1) Im metallischen Zustand dient es zur Anlegung von Wasserleitungen, zum Dachdecken, zur Verfertigung von Rinnen, Becken, Badewannen, zum Beschlagen der Schiffe, zu galvanischen Säulen, zur Bereitung von reinem Wasserstoffgas. — Zu Küchengeräthen taugt es nicht, weil es schon durch die schwächsten Säuren leicht angegriffen wird.

2) Durch Zusammenschmelzen mit Kupfer bildet es das Messing und verschiedene diesem ähnliche Compositionen.

3) Die Zinkblumen dienen als weiße Malerfarbe und als krampfstillendes Medicament.

4) Der Zinkvitriol dient äußerlich als adstringirendes Medicament, innerlich als schnell wirkendes Brechmittel, namentlich bei Vergiftungen.

5) Als Reagens dient das metallische Zink, um kleine Quantitäten von Blei oder Kupfer in Flüssigkeiten zu entdecken; auf einem Zinkstäbchen bildet das Blei einen schwarzgrauen hie und da metallisch glänzenden, das Kupfer einen kupferrothen Ueberzug.

28) Vom Mangan, Manganesium ($Mn = 55,58$).

Entdeckung und Vorkommen.

§. 310. Das Mangan wurde im Jahre 1774 von Scheele und Gahn entdeckt; es kommt in der Natur nicht rein, sondern meist in Verbindung mit Eisenoxyd und Erden als graues, rothes und schwarzes Manganerz vor; in geringer Menge ist es häufig Eisenerzen beigemengt.

Eigenschaften.

§. 309. Das Mangan ist im reinen Zustand weißgrau, von der Farbe des Gußstahls, metallisch glänzend bei der gewöhnlichen Temperatur fest, sehr spröde, sehr hart und körnig. Es verbreitet in feuchter Luft oder bei der Berührung mit feuchten

Fingern einen eigenen unangenehmen Geruch; sein spec. Gewicht ist 8,013. Es schmilzt erst bei dem höchsten Hitzgrad unserer Schmelzöfen bei etwa 160° Wedg.; an der Luft läuft es mit gelblicher oder violetter Farbe an und zerfällt bald zu einem schwarzen Pulver.

Verbindungen. §. 312. Das Mangan verbindet sich mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohle und mehreren Metallen; wird es im pulverisirten Zustand unter Wasser gebracht, so oxydirt es sich unter Entwickelung von Wasserstoffgas.

Manganoxyde. Mit Sauerstoff verbindet sich Mangan in vier verschiedenen Verhältnissen zu Manganoxydul, Oxyd, Superoxyd und Mangansäure. Das Oxydul ist dunkelgraugrün, es besteht aus einem Antheil Mangan mit zwei Antheilen Sauerstoff. Das zweite Oxyd, Manganoxyd-Oxydul, ist schwarz, und wenn es in Flüssigkeiten fein vertheilt ist, dunkelbraun, sein Hydrat ist leberbraun; es enthält einen Antheil Metall und drei Sauerstoff; in der Natur kommt dieses Oxyd unter der Benennung Wad vor. Das Mangansuperoxyd ist unter dem Namen Braunstein bekannt, es enthält zwei Mal so viel Sauerstoff, als das Oxydul, 36%, von denen es 9% bei gelindem, 12% bei starkem Glühen und 18% bei dem Erhitzen mit Schwefelsäure abgiebt und als Oxydul mit Schwefelsäure sich auflöst. Das vierte Oxyd oder die Mangansäure ist nadelförmig krystallisirbar, dunkelcarminroth, süßlich bitter adstringirend, in gewöhnlicher Temperatur ohne Geruch, in erhöhter Temperatur unter gewissen Umständen flüchtig und dann riechend; in ihr sind fünf Antheile Sauerstoff an einen Antheil des Metalls gebunden.

Mit Schwefel findet sich das Mangan im Manganglanz, mit Phosphor bildet es eine metallisch glänzende, leichtflüssige Masse; mit Kohle verbindet es sich leicht beim Schmelzen.

Mangansalze. Von den Manganoxyden bildet vorzüglich das erste oder Oxydul mit Mineralsäuren mehrere Salze, sie sind meist farblos, einige schwach amethystroth, sie haben einen bittern zusammenziehenden Geschmack. Das Manganoxyd-Oxydul giebt mit Kieselsäure, im Amethyst und in Glasflüssen, die Amethystfarbe.

Das basisch mangansaure Kali ist längst unter dem Namen des mineralischen Chamäleon bekannt; man erhält es, wenn Manganoxyd bei gelinder Hitze mit Salpeter in offenem Gefäß geschmolzen wird. Es erhielt diese Benennung von dem Farbenwechsel, welche seine Auflösung in Wasser an freier Luft zeigt; sie geht vom Grünen durchs Violette ins Rothe über und wird zuletzt farblos, wobei das Oxyd mit schwarzer Farbe zu Boden fällt; dieser Farbenwechsel scheint durch alles veranlaßt zu werden, was der Mangansäure das überschüssige Kali entzieht, was schon durch Wasser und Kohlensäure geschehen kann.

Anwendungen. §. 313. Von dem Mangan wird vorzüglich das schwarze Mangansuperoxyd zu verschiedenen Zwecken benutzt.

1) Zur Bereitung des Sauerstoffgases.

2) Zur Bereitung des Chlors, und daher zu den verschiedenen Methoden, durch Chlor zu bleichen.

3) Zum Entfärben des Glases, in den Glashütten unter der Benennung Glasseife bekannt.

4) Mit Glasflüssen versetzt zu violetten Email- und Porzellanfarben; mit Kobalt und Kupferoxyden versetzt zu schwarzen Farben.

5) Bei gewöhnlichem Töpfergeschirr zur dunkelbraunen und schwarzen Glasur.

6) Statt der theuern gummihaltigen salpetersauren Silberauflösung läßt sich nach von Mons *) besser die zuvor mit etwas kalihaltiger Gummiauflösung getränkte und getrocknete Leinwand mittelst eines Holzstäbchens mit dem sauern schwefelsauern Mangansuperoxyd zeichnen.

Zweite Unterabtheilung.

Von den Metallen der Alkalien.

§. 314. Die Metalle der Alkalien besitzen Metallglanz, sind von silberweißer bis grauer Farbe, sehr leicht schmelzbar und weich, leichter als das leichteste der übrigen schweren Metalle, flüchtig, ziehen den Sauerstoff aus allen damit versehenen Stoffen begierig an, und gehen dadurch in die gewöhnlichen Alkalien über; sie zersetzen bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser und die atmosphärische Luft schnell. Der Sauerstoff läßt sich ihnen im Oxydzustand, als Alkalien, nur durch sehr verstärkte Elektricität oder durch gewisse verbrennliche Körper in der Hitze, nicht aber durch Hitze allein, entziehen. Im oxydirten Zustand als Alkalien sind sie im Wasser auflöslich, besitzen einen eigenthümlichen laugenartigen Geschmack, färben gelbe Pflanzenfarbstoffe rothbraun oder roth, rothe oder durch Säuren geröthete färben sie blau oder grün, mit Säuren bilden sie eigenthümliche Salze.

Diese alkalischen Metalle sind das Kalium, Natronium, Lithium, Ammonium, Barium, Strontium und Calcium; die Oxyde der 4 erstern werden auch oft Alkalien im engern Sinne des Worts, die 3 letzten alkalische Erden genannt.

1) Vom Kalium oder Potassium (K = 48,99) und dem Kali.

§. 315. Das Kalium wurde zuerst von Davy dargestellt, es ist glänzend wie mattes Silber, geschmeidig und weich wie Wachs, leichter als Wasser von 0,865 spec. Gewicht; es schmilzt bei 46,4° R; bei höherer Temperatur ist es flüchtig, an der Luft verliert es bald seinen Glanz und nimmt das Ansehen von Blei an, das lange an der Luft gelegen hat, das Wasser zersetzt es schnell unter starker Entwickelung von Wärme und Wasserstoff. Es läßt sich nur abgeschlossen vom Sauerstoff unter fetten Flüssigkeiten aufbewahren, welche reich an Kohlen und Wasserstoff sind, wie unter Steinöl oder in-

---

*) Kastners Archiv. Sechster Band, S. 67.

zugeschmolzenen Glaskügelchen. — Man erhält es, wenn Kali in Verbindung mit Kohlenpulver in einer eisernen mit einer gekrümmten Röhre versehenen Retorte einer heftigen Glühhitze ausgesetzt oder in den Kreis einer starken galvanischen Säule gebracht wird. — In der Natur wurde es bis jetzt immer schon in Verbindung mit Sauerstoff gefunden.

Verbindungen. §. 316. Das Kalium vermag außer dem Sauerstoff mit den meisten brennbaren Körpern und mit allen Metallen Verbindungen einzugehen.

Mit Sauerstoff bildet es ein Oxyd und ein Superoxyd, das Oxyd ist weiß und stellt das gewöhnliche Kali dar, das zweite Oxyd oder Superoxyd ist gelb; von diesen Oxyden wird das erste, das Kali, am häufigsten angewandt.

Mildes Kali, Potasche. §. 317. Werden Vegetabilien verbrannt, deren Asche mit Wasser ausgelaugt, die erhaltene Lauge wieder abgedünstet und der Rückstand ausgeglüht, um brennbare und kohligte Unreinigkeiten noch mehr daraus zu verflüchtigen, so bleibt ein weißes Salz zurück, welches unter dem Namen des vegetabilischen Laugensalzes oder der Potasche im Handel ist. Es enthält in diesem Zustand immer noch Kohlensäure und verschiedene Salze; letztere lassen sich von ihm größtentheils durch wiederholtes Auflösen in Wasser und Krystallisiren absondern. — Im gewöhnlichen Weinstein findet sich das Kali in Verbindung mit Weinsteinsäure; wird der Weinstein geglüht, so wird die Weinsteinsäure zerstört, wobei sich ihre Bestandtheile theils verflüchtigen, theils in Kohlensäure umwandeln, welche zum Theil an das Kali gebunden zurückbleiben; man erhält dadurch eine reinere Art von Potasche, welche von ihrer Bereitungsart Weinsteinsalz (sal tartari) genannt wurde.

Dieses auf beide Methoden erhaltene Kali ist nicht mit Kohlensäure gesättigt, es ist basisch-kohlensaures Kali, es wird auch kohlensäuerliches oder mildes Kali genannt, indem es einen weniger scharfen Geschmack, als reines Kali besitzt; an der Luft zieht es stark Feuchtigkeit an und zerfließt nach und nach zu einer ölartigen Masse, zu dem sogenannten Weinsteinöl (Oleum tartari per deliquium).

a) Die im Handel gewöhnlich vorkommende Potasche ist in ihrem Gehalt an wirklichem Kali sehr verschieden, je nachdem sie aus verschiedenen Pflanzen dargestellt wird, sie enthält außer dem Kali zugleich Kieselerde, schwefelsaures Kali, Chlorkalium, Kalk; ihr Gehalt an wirklichem Kali wechselt von 38 — 67 Proc. Um den Kaligehalt der Potasche zu bestimmen, haben Hahnemann, Decroisilles*), Schnauberts**) verschiedene Methoden angegeben. Man sättigt bei diesen Prüfungen eine bestimmte Menge des zu prüfenden Kalis mit Säure; aus der zur Neutralisation des Kali nöthigen Menge der Säure läßt sich die Menge des Kali auf folgende Art finden: Man bereitet sich zuerst

*) Notices sur l'alcali-mètre. Paris 1824.
**) Buchners Repertorium für die Pharmacie. 19ter Band. Seite 151.

eine verdünnte Säure von gleicher Stärke (die Probeflüssigkeit), indem man mit 1 Unze englischer Schwefelsäure von 1,840 spec. Gewicht bei 15° R. 18 Unzen destill. Wasser mischt, wodurch man eine verdünnte Säure von 1,018 spec. Gewicht erhält; man untersucht nun, wie viel von dieser Säure nöthig ist, um genau 100 Grane chemisch reines Kali zu sättigen, und gießt diese Menge in eine calibrirte Glasröhre, welche man genau in 100 Theile eintheilt. Wünscht man nun irgend eine Potasche auf ihren Kaligehalt zu prüfen, so löst man 100 Grane davon in Wasser auf und sättigt sie mit der Probeflüssigkeit, die verwendete Menge derselben entspricht dem Kaligehalt der Potasche; mußte man 60 Theile davon zur Neutralisation anwenden, so sind in 100 Theilen Potasche 60 Theile Kali enthalten.

§. 318. Wird dem milden Kali durch Behandlung mit gebranntem Kalk die Kohlensäure entzogen, so erhält man eine caustische Lauge, die Seifensiederlauge; wird diese schnell eingedickt, das erhaltene trockene Kali geschmolzen und in Formen gegossen, so erhält man den Aetzstein (lapis causticus chirurgorum. — Das Kali besitzt in seinem reinen Zustand ein spec. Gewicht von 1,708, besteht nach Berzelius aus 100 Theilen Kalium und 20,4 Sauerstoff, hat einen brennend scharfen Geschmack ohne Geruch, zieht aus der Luft leicht Feuchtigkeit an, es ist die stärkste Salzbasis und bildet mit Säuren eigenthümliche Salze, die fast alle im Wasser leicht auflöslich sind, löst sich im Alkohol auf, durch welchen es daher leicht von andern im Alkohol unauflöslichen Salzen gereinigt werden kann, zerstört Muskelfasern, Haut und Zellgewebe schnell, bildet mit Fettigkeiten und Oelen schmierige Seifen und löst Thon und Kieselerde auf trockenem und nassem Wege auf.

Reines Kali, Aetzkali.

a) Um das ätzende Kali zu erhalten, übergießt man gewöhnliche Potasche mit ihrem gleichen Gewicht Wasser, und filtrirt die Auflösung nach 24 Stunden; man erhält dadurch das Kali von andern weniger im Wasser auflöslichen Salzen getrennt. Die filtrirte Auflösung verdünnt man mit 4—6 Theilen Wasser, kocht sie und setzt der kochenden Flüssigkeit unter Umrühren so lange gepülverten lebendigen Kalk zu, bis eine filtrirte Probe nicht mehr mit verdünnter Schwefelsäure braust. Diese Flüssigkeit wird alsdann durch gebleichte Leinwand filtrirt und dann rasch bis zum spec. Gewicht von 1,33 abgedampft; man erhält dadurch eine Aetzlauge, welche nach Dalton 26,3 Proc. Aetzkali enthält, aus der dann durch Abdünsten und Schmelzen der Aetzstein erhalten wird. Dieser Aetzstein enthält noch etwas Kohlensäure und Salze, von welchen er durch Behandlung mit Alkohol noch vollends gereinigt werden kann.

§. 319. Wenn man kalihaltige Salze, wie Alaun, mit Kohlenpulver dicht umgiebt und in einem verschlossenen Tiegel stark glüht, so entsteht eine theilweise Reduction des Kalis und das Kalium bildet mit der Kohle ein schwarzes Pulver, welches die Eigen-

Pyrophor.

schaft hat, sich bei der Berührung mit atmosphärischer Luft, vorzüglich wenn diese etwas feucht ist, schnell zu entzünden, weßwegen diese Verbindung auch Feuerträger (Pyrophor) genannt wurde; das Kalium oxydirt sich in diesem Fall schnell durch Zersetzung der Feuchtigkeit der Luft, wobei unter starker Wärmeentwickelung Kalium-Wasserstoff frei wird. — Wird bei der Bereitung etwas Schwefel zugesetzt, oder bildet sich dieser durch Zersetzung des angewandten Salzes selbst, wie dieses beim Alaun der Fall ist, so vergrößert sich die Entzündbarkeit, indem sich zugleich schwefelcarbonirtes Kalium bildet.

Mit Schwefel verbinden sich Kalium und Kali in verschiedenen Verhältnissen, wovon schon oben beim Schwefel die Rede war.

Anwendungen. §. 320. Von dem Kali werden sehr viele Anwendungen gemacht. Es dient 1) zur Verfertigung der Laugen; 2) zur Fabrication des Salpeters; 3) zu der des Glases und verschiedener Glasuren; 4) zu der des Alauns; 5) zu der Bereitung der weichen oder Schmierseifen; 6) zur Fabrication des Berlinerblaus; 7) zur Bereitung der Schwefelalkalien; 8) zu sehr vielen chemischen Operationen, zum Zersetzen vieler im Wasser unauflöslicher oder schwerauflöslicher Verbindungen (vieler Verbindungen von Erden und Metallen mit Säuren); das kaustische Kali dient insbesondere als Auflösungsmittel der Thon- und Kieselerde; 9) als äußerliches und innerliches Medicament.

2) Vom Natronium oder Sodium (Na=29,09), dem Natron und der Soda.

§. 321. Das Natronium oder Sodium wurde wie das Kalium zuerst von Davy dargestellt. Im reinen Zustand ist es glänzend silberfarbig, weich und geschmeidig wie Wachs, bei 12°R. von 0,972 spec. Gewicht; es schmilzt bei 72°R., es verflüchtigt sich erst bei anfangender Weißglühhitze. — In feuchter Luft oder bei erhöhter Temperatur verbindet es sich unter starker Licht- und Wärmeentwicklung mit dem Sauerstoff und geht in Natron über; jedoch erfolgt diese Verbindung mit Sauerstoff weniger schnell, als beim Kalium.

Man gewinnt es auf ähnliche Art, wie das Kalium, auch verhält es sich zu den einfachen Stoffen diesem ähnlich, namentlich geht es außer dem Sauerstoff mit Schwefel, Phosphor, Chlor und Jod ähnliche Verbindungen ein.

Natron. §. 320. Das Natronium bildet mit Sauerstoff 2 Oxyde, die sich den 2 Oxyden des Kalium ähnlich verhalten; von ihnen ist das 2. Oxyd unter dem Namen Natron oder Mineralalkali längst im Gebrauch, es besteht nach Berzelius aus 100 Natronium und 34,37 Sauerstoff. Es ist im reinen Zustande weiß, specifisch schwerer als Natronium, von 2,000 spec. Gewicht, löst sich im Wasser leicht auf, grünt den Veilchensyrup stark, hat einen ätzenden scharfen Geschmack, worin es jedoch dem Kali an Stärke etwas nachsteht, es zerstört gleichfalls organische Körper. An der Luft wird es anfangs feucht, zieht aber bald Kohlensäure an und wird dann wieder trocken.

Mit Schwefel bildet das Natron ähnliche Schwefelkalkalien, wie das Kali; mit Säuren bildet es Salze, die fast alle an der Luft zerfallen; mit Oelen und Fettarten bildet es feste Seifen; mit ungefähr seinem dreifachen Gewicht Kieselerde zusammengeschmolzen bildet es Glas.

§. 323. In der Natur findet sich das Natron nie rein, sondern fast immer in Verbindung mit Kohlensäure und verschiedenen andern Säuren und Erden, namentlich in der Asche gewisser Meerpflanzen; an Chlor gebunden findet es sich im Kochsalz, an Schwefelsäure im Glaubersalz. — Unter Soda versteht man ein solches unreines Natron. Man erhält es längst durch das Verbrennen verschiedener in der Nähe der Meere wachsender Pflanzen (mehrerer Arten von Salsola, Salicornia etc.), deren Asche auf ähnliche Art, wie die Asche der Landpflanzen bei Bereitung der Potasche, ausgelaugt und behandelt wird. — Eine besondere Art Soda ist der Vareck, welcher durch Verbrennen von Fucusarten vorzüglich in der Normandie gewonnen wird, er enthält weniger wirkliches Natron, aber verhältnißmäßig mehr andere Salze und etwas Jod. In Ländern, welche von Meeren entfernter liegen, läßt sich die Soda vortheilhafter durch Zersetzung natronhaltiger Salze erhalten, zu welchem Zweck namentlich Kochsalz und Glaubersalz angewandt werden können.

Soda.

Die Menge des Natrons, welche die Soda enthält, ist je nach den Stoffen, aus welchen sie bereitet wird, und je nach der Art der Bereitung sehr verschieden; die durch künstliche Zersetzung von Salzen in neuern Zeiten in Frankreich und in einigen Gegenden Deutschlands (Oedendorf in Würtemberg und auf dem Schwarzwald) bereitete enthält gewöhnlich 32—33 Proc. reines basisch-kohlensaures Natron, die übrigen Beimengungen bestehen aus Kochsalz, Kalk, Schwefelkalk, Kohle u. s. w. Man prüft ihre Stärke auf ähnliche Art, wie die der Potasche.

a) Die Bereitung der künstlichen Soda, wie sie zuerst von Frankreich ausging, ist diese: Man nimmt auf 180 Theile wasserfreies schwefelsaures Natron 180 Theile feingepülverte Kreide und 110 Theile staubförmige Holz- oder Steinkohle, bringt diese Mischung in einen Reverberirofen von elliptischer Form, dessen Temperatur die Kirschrothglühhitze etwas übersteigt, und rührt das Gemenge von Viertelstunde zu Viertelstunde gut um; nach einiger Zeit wird die Masse teigartig, man knetet sie mit einer Krücke wohl durch und bringt sie aus dem Ofen, wo sie dann die künstliche rohe Soda bildet; bei Anwendung dieser Verhältnisse erhält man beinahe 300 Theile Soda, welche 32—33 Proc. basisch-kohlensaures Natron enthält. — Soll die Soda aus Kochsalz dargestellt werden, so muß dieses zuerst durch Behandlung mit Schwefelsäure oder eines schwefelsäurehaltigen Stoffs zersetzt und in Glaubersalz umgewandelt werden. (Ueber die verschiedenen Methoden der künstlichen Sodabereitung siehe Prechtl's technische Chemie. Wien, 1817. S. 458.

Anwendungen. §. 324. Die Anwendungen des Natrons sind beinahe so mannigfaltig, als die des Kalis, dessen Stelle es oft vertreten kann; zu manchen Operationen besitzt es noch Vorzüge vor demselben. Es dient insbesondere

1) zur Bereitung der harten, nicht schmierigen Seifen; 2) zur Glasfabrication; 3) zu einzelnen Operationen in Färbereien.

3) Vom Lithium (L=12,78) und dem Lithion oder Lithin.

Lithium. §. 325. Lithium nennt man die bis jetzt noch nicht hinreichend bekannte metallische Grundlage des Lithions oder Lithins, eines alkalischen Oxyds, welches Arfwedson im Jahr 1818 im Petalit entdeckte; man fand es später noch in verschiedenen Mineralien, jedoch bis jetzt immer nur in geringer Menge; Berzelius fand es auch in einigen böhmischen Mineralquellen; Wurzer fand es vor kurzem auch in den Quellen zu Hofgeißmar.

Lithion. §. 326. Das Lithion oder Lithiumoxyd (von λιθειος, lapideus, von Berzelius so genannt) ist weiß, sehr kaustisch, geruchlos, stark den Veilchensyrup grünend, aus 1 Antheil Lithium und 2 Sauerstoff bestehend. Es ist im Wasser auflöslicher als Baryt, sättigt eine größere Säuremasse als Natron und Bittererde, und bildet mit allen Säuren Neutralsalze, mehrere derselben (das salpetersaure und das Chlorlithium) zerfließen schnell an der Luft, manche sind in der Hitze sehr leicht flüssig; das schwefelsaure und das Chlorlithium fließen, ehe sie glühen.

Zu den merkwürdigern Eigenschaften des Lithions gehört, daß es das Platin in der Hitze und unter Luftzutritt leicht angreift; worauf Berzelius selbst ein Verfahren begründete, kleine Quantitäten desselben in Mineralien vor dem Löthrohr zu entdecken.

Es ist wahrscheinlich nicht so selten in der Natur vorkommend, als man bisher glaubte, indem es früher leicht mit Kali verwechselt werden konnte; man kennt bis jetzt noch keinen Nutzen desselben.

4) Vom Ammonium und Ammoniak oder flüchtigen Alkali (AH^3).

Ammonium. §. 327. Ammonium nennt man die dem Ammoniak oder flüchtigen Alkali wahrscheinlich zu Grund liegende metallische Basis. Obgleich das Metalloid dieses Alkali bis jetzt nicht isolirt dargestellt und noch durch keinen directen Versuch Sauerstoff im Ammoniak nachgewiesen ist, so gelingt es doch durch die galvanische Säule, zwischen Quecksilber und Ammonium eine Verbindung zu einem Amalgam zu Stande zu bringen.

Ammoniak. §. 328. Das Ammoniak, als Ganzes, läßt sich in Wasserstoffgas und Stickstoffgas zersetzen; es bildet sich häufig unter Umständen, wo sich diese beiden Gasarten zugleich entwickeln; es besteht dem Volumen nach aus einem Theil Stickstoffgas und 2 Theilen Wasserstoffgas, die im Ammoniakgas um die Hälfte ihres Volumens verdichtet sind, oder dem Gewicht nach aus 100 Theilen Stickgas

und 21,15 Wasserstoffgas. — Berzelius sieht den Stickstoff als einen zusammengesetzten oxydirten Körper an, dessen muthmaßliches metallisches Radical er Nitricum nennt, seiner Berechnung nach (nach Zusammensetzung der Salmiaksalze) besteht das Ammoniak selbst aus 1 Raumtheil Nitricum, 1 Sauerstoff und 6 Wasserstoff, die zu 4 Raumtheilen verdichtet sind *).

a) In der obigen Zusammenstellung der Metalle ist das Ammonium in der Reihe der alkalischen Metalle mit aufgezählt, ohne daß sich jedoch die Zahl der oben aufgezählten einfachen Körper dadurch erhöhte, indem dem Ammoniak und Stickstoff derselbe noch nicht reducirte einfache Stoff zu Grund zu liegen scheint.

§. 329. Das Ammoniak erscheint in der gewöhnlichen Temperatur als ein farbloses durchsichtiges Gas, welches sich jedoch durch starken Druck und künstlich hohe Kälte auch in tropfbar flüssige Form bringen läßt. Es besitzt einen heftigen stechenden, zu Thränen reizenden Geruch, einen sehr scharfen alkalischen Geschmack, ist sehr caustisch und grünt stark den Veilchensyrup; es ist leichter als atmosphärische Luft, von 0,591 spec. Gewicht, das der Luft = 1,000 gesetzt. Es löscht die Lichter aus, entzündet sich dagegen selbst, wenn es in großer Menge mit einer Flamme in Berührung gebracht wird; vom Wasser wird es schnell absorbirt, und geht dadurch in flüssiges Ammoniak über; auch Kohle vermag eine große Menge Ammoniakgas zu absorbiren (ein Maaß Buchsbaumkohle absorbirt 90 Maaß Ammoniakgas).

Ammoniakgas.

a) Man erhält das ätzende Ammoniakgas, wenn man gleiche Theile salzsaures Ammoniak (Salmiak oder Chlorammonium) und caustischen Kalk, der zu Pulver zerfallen ist (Kalkhydrat) mischt und gelind erwärmt.

§. 330. Das flüssige Ammoniak wird auch von seiner Bereitungsart Salmiakgeist genannt, das Wasser kann bis zur vollkommenen Sättigung mit Ammoniak $\frac{1}{3}$ seines Gewichts oder das 460fache seines Volumens Ammoniakgas aufnehmen; es enthält dann nach Davy bei 8° R. ein spec. Gewicht von 0,875 und 32,5 Proc. Ammoniak.

Salmiakgeist.

a) Man erhält das Ammoniak sogleich in flüssiger Form, wenn man den Salmiak zuvor in 3 Theilen Wasser auflöst, mit dem Kalk in einer Retorte der Destillation unterwirft, und in der Vorlage $\frac{1}{4}$ Theil Wasser vorschlägt, wobei man so lange destillirt, bis 3 Theile Flüssigkeit übergegangen sind. Nimmt man statt des caustischen Kalks kohlensauren Kalk, so erhält man den milden Salmiakgeist (flüssiges kohlensaures Ammoniak).

§. 331. Das Ammoniak geht mit mehreren Körpern Verbindungen ein. Mit Schwefel bildet es das Schwefelammoniak, eine im Wasser auflösliche, etwas nach Schwefelwasserstoff riechende Verbindung; einige Metalle, wie Kupfer und Nickel, löst es mit blauer Farbe auf; mit Gold und Silber und Quecksilber

Verbindungen.

*) Annales de Chimie et Physiq. Tom. 79.

bildet es explodirende Verbindungen; mit Säuren bildet es eigenthümliche Salze, die in der gewöhnlichen Temperatur fest, in der Hitze sublimirbar sind; es gehören dahin der Salmiak (salzsaures Ammoniak), das Riechsalz (kohlensaures Ammoniak), der flammende Salmiak (salpetersaures Ammoniak); mit Fettigkeiten bildet es flüchtige Seifen.

Vorkommen in der Natur.

§. 332. Das Ammoniak bildet sich häufig in der Natur; es kann sich aus allen organischen Körpern entwickeln, welche Wasserstoff und Stickstoff enthalten, sobald sie in Verwesung übergehen, oder in einer höhern Temperatur der Destillation ausgesetzt werden; es entwickelt sich in diesem Fall oft in Verbindung mit Kohlensäure, auch mit Essigsäure und andern organischen Säuren; in manchen thierischen Excrementen findet es sich in Verbindung mit Phosphorsäure und Salzsäure; in manchen Mineralien fand man es auch in Verbindung mit Schwefelsäure und Salzsäure; der Salmiak ist ein Product mancher Vulkane. Der Rost, der sich auf Eisen im Innern von Gebäuden bildet, enthält nach Vauquelin immer etwas Ammoniak. Manche riechende Pflanzen, wie Chenopodium vulvaria, entwickeln während ihres Wachsthums freies Ammoniak*); auch bei mehreren angenehm riechenden Blüthen ist dieses der Fall; mehrere frisch destillirte Wasser, wie die von Lindenblüthen, von Ysop und andern, enthalten gleichfalls etwas Ammoniak.

Anwendung.

§. 333. Das Ammoniak wird gewöhnlich im flüssigen Zustand angewandt. Es dient zu verschiedenen chemischen Operationen.

1) Zur Trennung mehrerer in ihm unauflöslicher Erden und Metalloxyde von andern, welche sich in ihm aufgelöst erhalten, zur Trennung von Eisenoxyd und Thonerde, von Kalk, Baryt und Strontian.

2) Zur Entdeckung verschiedener Metalloxyde; Kupfer und Kupferdeutoxyd bildet mit Ammoniak eine schöne lasurblaue Auflösung; Nickeloxyd bildet gleichfalls eine blaue Auflösung, blaues Kobaltoxyd wird in überschüssigem Ammoniak mit brauner Farbe aufgelöst; Quecksilberoxydül bildet damit einen grünlich schwarzen oder sammtschwarzen Niederschlag.

3) Zur Bereitung des Knallgoldes, Knallsilbers und ähnlicher explodirender Verbindungen.

4) Als innerliches und äußerliches stark reizendes Medicament, in flüssiger Form als Salmiakgeist, in fester Form und Gasform zu dem sogenannten englischen Riechsalz, in Verbindung mit Oelen zu flüchtigen Salben und flüchtigen Seifen.

Von den alkalischen Erden.

5) Vom Calcium (Ca=25,60) und der Kalkerde.

Calcium.

§. 334. Der Kalk ist einem Metalloxyd ähnlich zusammengesetzt; sein ihm zu Grund liegendes Metall wurde Calcium genannt; Davy stellte es zuerst im Jahr 1807 dar.

*) Journal de Pharmac. Févr. 1824.

Es ist, im reinen Zustand schwerer als Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur fest, silberfarbig glänzend, hat eine sehr große Verwandtschaft zum Sauerstoff, er bemächtiget sich dessen so begierig, daß es ihn fast allen andern Körpern entzieht; durch Berührung mit Wasser oder atmosphärischer Luft verliert es sogleich seinen regulinischen Zustand und geht wieder in gewöhnlichen Kalk über.

Man kennt bis jetzt von dem Calcium 2 Oxyde, das erste Oxyd bildet den gewöhnlichen reinen caustischen Kalk, er besteht aus 100 Theilen Calcium und 39,063 Sauerstoff; das 2te Calciumoxyd enthält doppelt so vielen Sauerstoff, als das erste; man erhält es in kleinen glänzenden Schuppen, wenn tropfenweis kleine Portionen von Kalkwasser in Wasserstoffsuperoxyd gebracht werden.

Caustischer Kalk.

§. 335. Der Kalk ist im reinen Zustand weiß, leicht zu pulverisiren, hat ein spec. Gewicht von 2,300, erhitzt sich bei Berührung mit Wasser stark, wobei sich ein Theil des Wassers chemisch mit dem Kalk zu Kalkhydrat verbindet, hat einen süßlich brennend ätzenden Geschmack, grünt Veilchensyrup stark, röthet gelbes Curcumapapier, zieht an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur Feuchtigkeit und Kohlensäure an, nimmt dabei an Volumen zu und zerfällt so nach und nach in gewöhnlichen kohlensauren Kalk; er läßt sich nur in verschlossenen Gefäßen aufbewahren.

a) Man bereitet den caustischen Kalk durch Glühen von kohlensaurem Kalk, der sich in weißen Marmorarten und dichten Kalksinterarten oft sehr rein findet; es bedarf starker Rothglühhitze, um ihn völlig von Kohlensäure zu befreien; mit Kohle geglüht hat der Kalk die Eigenschaft, mit sehr intensivem Licht zu leuchten.

Kalkhydrat.

§. 336. Wird frisch gebrannter Kalk mit Wasser benetzt, indem man ihn im grobgestoßenen Zustand schnell unter Wasser taucht und wieder an die Luft bringt, so bemerkt man nach einigen Minuten eine anfangende Wärmeentwicklung, welche nach etwa 7 Minuten ihr Maximum erreicht, die Temperatur kann dabei unter günstigen Umständen bis zu 300° R. steigen und selbst Schießpulver dadurch zur Entzündung kommen; in sehr großen Massen sind selbst Beispiele bekannt, daß Gebäude dadurch in Brand geriethen; der Kalk bläht sich dabei bedeutend auf, sein Volumen vergrößert sich im reinen Zustand um das Fache, er zerfällt in ein feines weißes Pulver, das Kalkhydrat, welches 25 Proc. Wasser chemisch gebunden enthält; die während des Löschens sich verflüchtigenden Wasserdämpfe enthalten etwas Kalk ($\frac{1}{25}$ ihres Gewichts) chemisch gebunden, welcher mit den Wasserdämpfen entweicht.

Kalkmilch.

§. 337. Wird das Kalkhydrat mit mehr Wasser in Verbindung gebracht, so erhält man den breiartig gelöschten Kalk, wie er zum gewöhnlichen Mörtel benutzt wird; mit noch mehr Wasser erhält man die Kalkmilch, sie besteht aus Kalkwasser, in welchem Kalkhydrat suspendirt ist.

Kalkwasser.

§. 338. Das Kalkwasser erhält man durch ruhiges Stehen von Wasser über gebranntem Kalk oder Kalkhydrat, es ist

völlig klar, reagirt stark alkalisch auf Pflanzenfarbstoffe, hat einen süßlich zusammenziehenden etwas herben Geschmack, in etwa 600 Theilen Wasser löset sich ein Theil Kalk auf, die Auflöslichkeit ist je nach der Temperatur verschieden. Nach Dalton erfordert 1 Theil wasserfreier gebrannter Kalk zur Auflösung

bei 0° R	635	Theile	Wasser
— 12,5° R	729	—	—
— 45,5° R	972	—	—
— 80,0° R	1270	—	—

Die Auflöslichkeit des Kalks ist daher bei der Temperatur des schmelzenden Eises doppelt so groß, als beim Siedpunkt des Wassers.

Kalkrahm. §. 339. Läßt man das Kalkwasser frei an der Luft stehen, so bildet sich auf der Oberfläche durch Absorption der Kohlensäure bald der Kalkrahm, eine feine Schicht von kohlensaurem Kalk, die nach und nach zu Boden sinkt, auch in diesem kohlensauren Zustand ist der Kalk im Wasser nicht ganz unauflöslich, nach Bucholz löst sich 1 Theil desselben in 16475 Theilen Wasser auf.

Phosphorkalk. §. 340. In der Rothglühhitze verbinden sich Calcium und Phosphor zu einer dunkelbraunen Masse, die, in's Wasser geworfen, dasselbe, unter Entwickelung von Phosphorwasserstoffgas, schnell zersetzt und in phosphorsauren Kalk sich verwandelt.

Schwefelkalk. §. 341. Mit Schwefel geht der Kalk auf trocknem und nassem Weg verschiedene Verbindungen ein. Die schon oben §. 186 erwähnte Kalkschwefelleber ist eine Verbindung von Calcium mit Schwefel in verschiedenen Verhältnissen, die sich in Wasser auflösen, und dieses auf Zusatz von Salzsäure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas zersetzen. — Der sogenannte Cantonische Phosphor ist ein Calciumsulphurid, welches man erhält, wenn man Austernschalen mit Schwefel eine Stunde lang stark glüht.

Verbindungen mit verschiedenen andern Körpern. §. 342. Mit der Kieselerde verbindet sich der Kalk auf nassem Wege zu Mörtel, mit metallischen Oxyden bildet er in der Hitze erdige und metallische Gläser, mit Fettigkeiten und Oelen Kalkseifen, mit Säuren verschiedene eigenthümliche Salze, wovon der kohlensaure Kalk, schwefelsaure Kalk (Gyps), salpetersaure Kalk, flußsaure Kalk (Flußspath), phosphorsaure Kalk (Knochenasche), zu den wichtigern gehören (von ihnen wird bei den Salzen der entsprechenden Säuren die Rede sein); mit Chlor bildet er das Chlorcalcium, gewöhnlich salzsaurer Kalk genannt.

Vorkommen in d. Natur. §. 343. Die Kalkerde ist in der Natur äußerst verbreitet; sie findet sich vorzüglich häufig in jüngern Gebirgsarten, seltner in ältern, am häufigsten findet sie sich in Verbindung mit Kohlensäure im gewöhnlichen Kalkstein, in der Kreide, im Kalkspath, im Kalktuff, in den Gehäusen vieler Schalthiere, in der Asche vieler Pflanzen; in Verbindung mit Schwefelsäure im Gyps; mit Flußsäure im Flußspath; mit Phosphorsäure in dem Knochengerüst vieler Thiere; in der Asche mancher Pflanzen, des Torfs, im Apatit; in Verbindung mit Sal-

petersäure im Mauersalpeter; in Verbindung mit Chlor, Schwefelsäure und Kohlensäure in vielen Mineralquellen.

a) Zu den empfindlichsten Erkennungsmitteln des Kalks gehört das kleesaure Kali; der Kalk wird dadurch aus seinen neutralen Auflösungen in Wasser mit weißer Farbe niedergeschlagen. Das Maximum der Verdünnung der Auflösung des Chlorcalcium, welche das kleesaure Kali noch anzeigt, ist die 10000fache.

§. 344. Man bedient sich des Kalks zu sehr vielen Operationen: *Anwendungen des Kalks.*

1) Zur Bereitung des Mörtels und verschiedener Kittarten; man erhält sogenannten fetten Kalk, wie er zum gewöhnlichen Mörtel benutzt wird, wenn der Kalkstein rein oder nur sehr wenige andere Erden beigemengt enthält; man erhält dagegen sogenannten magern oder hydraulischen Kalk, der die Eigenschaft hat, unter Wasser zu erhärten, wenn der Kalk schon vor dem Glühen 15, 20 bis 30 Procente Thon oder andere Erden beigemengt enthält; zu gewöhnlichem Mörtel mit fettem Kalk wird der breiartig abgelöschte Kalk angewandt; zur Bereitung der hydraulischen Mörtelarten bedient man sich dagegen besser des pulverförmigen Kalkhydrats.

2) Bei vielen Processen des Bleichens und Färbens.

3) Zum Enthären der Häute beim Gerben.

4) Zur Laugenbereitung und zum Seifensieden.

5) Zur schnellern Zersetzung abgestorbener Theile von Thieren und Pflanzen.

6) Zur Fruchtbarmachung des Bodens, zum Einbeizen des Getreides und zur Vertilgung von Insekten.

7) Zur Bereitung des Salmiakgeistes.

8) Zum Raffiniren des Zuckers.

9) Zur Lichtverstärkung bei Feuersignalen und Erhöhung der Glühhitze in Ziegelbrennereien und beim Schmelzen von Erzen *).

10) Als chemisches Reagens dient das Kalkwasser:

a) Zur Prüfung auf Kohlensäure, indem Kalkwasser noch getrübt wird, wenn ein Quellwasser auch nur $\frac{1}{100}$ Kohlensäure enthält; jedoch kann diese Trübung auch von bittererdehaltigen Salzen herrühren.

b) Zur Entdeckung und Abtrennung von Bittererde.

c) Zur Entdeckung von solchen freien Säuren, welche mit Kalk im Wasser unauflösliche oder schwerauflösliche Verbindungen geben, wie der Kleesäure, Arseniksäure, Phosphorsäure, Weinsteinsäure, Citronsäure.

d) Zur Entdeckung gewisser Metalloxyde, wie des Kupfers in sauren Auflösungen, das durch Kalkwasser grün niedergeschlagen wird.

---

*) Schweiggers Jahrbuch der Chemie 18ter Band. 1826. Seite 431 u. ff.

6) Vom Baryum, (Ba = 85,69) und der Baryt- oder Schwererde.

Baryum. §. 345. Die metallische Grundlage des Baryts ist noch nicht hinreichend untersucht; sie hat Silberglanz, ist 4—5mal schwerer als Wasser, soll vor der Glühhitze fließen, oxydirt sich leicht an der Luft und zersetzt das Wasser mit Heftigkeit. Sie geht außer dem Sauerstoff mit Schwefel, Phosphor, Chlor und Jod Verbindungen ein.

Das Oxyd des Baryms ist die bekannte Baryterde, welche aus 100 Theilen Baryum und 11,669 Sauerstoff besteht.

Die Verbindung des Baryums mit Schwefel ist unter dem Namen des bononischen Leuchtsteins bekannt.

Baryterde. §. 346. Die reine Baryt- oder Schwererde ist graulich weiß, geruchlos, von scharfem ätzendem Geschmack, 4mal schwerer als Wasser, zieht Wasser und Kohlensäure noch begieriger an, als Kalk, mit Wasser erhitzt es sich, wird weiß und bildet ein Hydrat; ein Theil dieses Hydrats löst sich bei gewöhnlicher Temperatur in 25 Theilen Wasser auf, bei der Siedhitze sind hiezu nur 2 Theile Wasser nöthig.

Barytwasser. Das Barytwasser ist klar, farblos, färbt Veilchensyrup grün, Curcuma braunroth; ein Theil des Barythydrats setzt sich aus ihm in kleinen 6seitigen Prismen ab, wenn man eine in der Siedhitze gesättigte Barytauflösung erkalten läßt. Die Barytsalze brennen mit Alkohol mit gelblicher Farbe.

Vorkommen. §. 347. In der Natur findet sich die Baryterde im Schwerspath und Witherit; im Schwerspath in Verbindung mit Schwefelsäure, im Witherit in Verbindung mit Kohlensäure; beide Fossilien finden sich vorzüglich in ältern Gebirgsarten, der Schwerspath auch hie und da in Flözgebirgsarten.

a) Man erhält den Baryt aus dem Schwerspath, wenn man denselben mit $\frac{1}{8}$ seines Gewichts Kohlenpulver und $\frac{1}{4}$ Kochsalz gemengt einige Stunden in einem Tiegel heftig glüht, die geglühte Masse im Wasser auflöst und diese Auflösung dann durch kohlensaures Kali zersetzt; aus dem erhaltenen kohlensauren Baryt läßt sich dann durch nochmaliges heftiges Glühen mit Kohlenpulver der kaustische Baryt darstellen.

Anwendungen. §. 348. Der Baryt wird vorzüglich zu chemischen Operationen in verschiedenen Formen angewandt.

1) Der Schwerspath dient in den Laboratorien zur Bereitung des reinen Baryts und aller Barytsalze.

2) In England dient er in einigen Kupferschmelzwerken als Flußmittel.

3) Als Farbmaterial wird er nicht selten den geringern Sorten des Bleiweißes zugesetzt.

4) Witherit und Schwerspath werden hier und da auch als Rattengift angewandt.

5) Als Reagens auf Kohlensäure ist das Barytwasser beinahe

noch empfindlicher, als das Kalkwasser, zugleich ist es ein sehr empfindliches Reagens auf Schwefelsäure.

6) Die Barytsalze, namentlich die Auflösungen der Baryterde in Salzsäure (Chlorbaryum), Salpetersäure und Essigsäure werden häufig als Reagentien auf Schwefelsäure und schwefelsaure Salze benutzt.

7) Das Chlorbaryum wird häufig als Medicament angewandt.

7) Vom Strontium (Sr = 54,73) und der Strontianerde.

§. 349. Das Strontium ist bis jetzt nicht genauer untersucht, als das Baryum, welchem es sich in Ansehung seines Gewichts, seiner Verbindung mit Sauerstoff und seinen Verhältnissen zu Schwefel, Chlor und Jod ähnlich verhält. *Strontium.*

Das Oxyd des Strontium bildet die gewöhnliche Strontianerde, welche graulich weiß ist und auf 100 Theile Strontium 18,273 Sauerstoff enthält.

§. 350. Die Strontianerde ist graulich weiß, kaustischer, als Kalk, ungefähr 4mal schwerer, als Wasser; sie verhält sich zu den meisten Stoffen dem Kalk und Baryt ähnlich, mit Wasser bildet sie unter Erhitzung ein weißes Pulver, welches in 40 Theilen kaltem und 20 Theilen kochendem Wasser auflöslich ist, mit Säuren bildet sie eigenthümliche Salze, welche sich von den Barytsalzen durch mehrere Eigenschaften auszeichnen; der schwefelsaure Strontian ist in Wasser etwas auflöslich; das Chlorstrontium ist in Weingeist auflöslich, welches beides der schwefelsaure Baryt und das Chlorbaryum nicht ist, dagegen ist der salpetersaure Strontian in Alkohol unauflöslich, während sich der salpetersaure Baryt darin auflöst. — Die Auflösungen des salpetersauren Strontians und des Chlorstrontium in nicht völlig absolutem Alkohol brennen mit schöner carmoisinrother Flamme. *Strontianerde.*

§. 351. Die Strontianerde wurde zuerst im Jahre 1793 zu Strontian in Schottland in Verbindung mit Kohlensäure gefunden, und daher dieses Fossil Strontianit genannt; später fand man sie auch in Verbindung mit Schwefelsäure im Cölestin; nicht selten findet sie sich auch in geringer Menge in den Schwerspathen und im Witherit. *Vorkommen.*

§. 352. Man kennt bis jetzt von der Strontianerde noch wenig Anwendungen. *Anwendungen.*

1) Der Strontianit soll sich nach neuern in Nordamerika angestellten Versuchen statt des Boraxes zum Löthen anwenden lassen, namentlich beim Hartlöthen, beim Schweißen und Löthen des Eisens.

2) Die Auflösung der Strontianerde in Salpetersäure wird hier und da bei Kunstfeuerwerken benutzt, um schönes rothes Feuer zu erhalten; man nimmt zu diesem Zweck nach Ure 49 trockenen Strontiansalpeter, 13 Schwefelblumen, 5 Chlorkalium und 4 Schwefelantimonium, pülvert jedes besonders, und vermengt dann alles auf Papier; um das Feuer lebhafter brennen zu machen, setzt man oft noch etwas feingepülverte Holzkohle oder Lampenschwarz zu.

h) Als Reagens besitzt der Strontian vor dem Baryt keine Vorzüge.

Dritte Unterabtheilung.

Von den Metallen der Erden.

§. 353. Die metallischen Grundlagen der Erden sind als metallische Körper weniger ausgezeichnet, sie erscheinen meist als ein schwarzes Pulver und bekommen nur erst unter dem Drucke harter Körper Metallglanz. Es gehören dahin 1) Magnesium, 2) Aluminium, 3) Zirkonium, 4) Beryllium, 5) Yttrium, 6) Thorium.

1) Vom Magnesium (Mg = 15,84) und der Bitter- oder Talkerde.

Magnesium. §. 354. Das Metall der Talkerde, (welches von Anderen auch unter die Metalle der kalischen Erden gesetzt wird), ist silberweiß, geschmeidig, in der Luft und im Wasser unveränderlich, bei der Erhitzung verbrennen 61,3 Magnesium mit 38,7 Sauerstoff zu Talk- oder Bittererde.

Bittererde. §. 355. Die letztere Benennung erhielt sie von dem etwas bittern Geschmack, welchen ihre Salze oft zeigen; Talkerde wurde sie genannt, weil mehrere Fossilien, in welchen sie sich findet, ein fettes talkartiges Anfühlen besitzen. Sie erscheint im reinen Zu-

Eigenschaften. stand als ein weißes, lockeres, sanft anzufühlendes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, von 2,3 specifischem Gewicht, bildet mit Wasser unter etwas Wärmeentwicklung ein Hydrat, welches in kaltem Wasser auflöslicher, als in der Siedhitze ist; bei 12,8° R löst sich ein Theil Bittererde in 5760 Theilen Wasser auf, in der Siedhitze sind hiezu 36000 Theile Wasser nöthig *); ihre Auflösung wirkt auf Pflanzenpigmente schwach alkalisch, im kohlensauren Zustand nimmt ihre Auflöslichkeit in Wasser bedeutend zu; daher sie auch durch doppelt kohlensaure Alkalien nicht fällbar ist. — Wird frischgebrannte Bittererde mit rauchender Schwefelsäure übergossen, so erhitzt sie sich bis zum Glühen; durch heftiges Glühen wird sie leuchtend, ist aber auch im Schmelzfeuer unschmelzbar und vermindert die Leichtflüssigkeit anderer Erdgemenge; unter den Erden verbindet sie sich vorzüglich leicht mit der Thonerde, sie absorbirt in ihrem gebrannten Zustand die Kohlensäure weit langsamer als die Kalkerde.

a) Gebrannte Bittererde haltige Kalksteine bedürfen weit längere Zeit, um sich wieder mit Kohlensäure zu sättigen, als reine Kalksteine; sie können dadurch selbst schädlich auf die Vegetation wirken, während Bittererde, welche mit Kohlensäure gesättigt ist, durchaus unschädlich ist.

---

*) Nach Fyfe's Versuchen im Schweigg. Journal der Chemie N. St. 4ter Band S. 359.

§. 356. Die Bittererde findet sich in der Natur nicht rein, sondern gewöhnlich mit andern Erden; in Verbindung mit Kieselerde im Speckstein, Meerschaum, Talkschiefer, in Verbindung mit kohlensaurer Kalkerde im Dolomit, zugleich in Verbindung mit Thon in den bittererdhaltigen Mergelarten; an Säure gebunden, findet sie sich vorzüglich als schwefelsaure Bittererde (Bittersalz) und salzsaure Bittererde oder Chlormagnesium im Meerwasser, in den Mineralquellen und meisten Salzsoolen. — Vorkommen.

a) Man gewinnt die Bittererde durch Zersetzung der Bittererdhaltigen Salze durch Alkalien; aus der gefällten Bittererde verflüchtigen sich Kohlensäure und Wasser, wenn sie ½ Stunde lang rothglühend erhalten wird.

b) Sind in einer Auflösung zugleich Kalk und Bittererde, so läßt sich zuerst der Kalk durch neutrales kleesaures Kali und nachher die Bittererde durch phosphorsaures Ammoniak mit einem Ueberschuß von Ammoniak fällen.

§. 357. Anwendungen besitzt die Bittererde nicht sehr viele. — Anwendungen.

1) Ist sie den Ackererden und Mergelarten beigemischt, welches nicht selten der Fall ist, so dient sie der Kalkerde ähnlich als säuretilgendes Mittel und trägt zur Lockerheit des Erdreichs bei.

2) In den hydraulischen Kalkarten bildet sie oft einen wesentlichen Bestandtheil, indem sie in diesen zum Theil die Stelle des Thons vertritt.

3) In technischer Beziehung bedient man sich des Bittersalzes zuweilen zu Zersetzungen bei Zubereitungen gewisser Farben.

4) Die kohlensaure Bittererde dient in der Medicin als absorbirendes, säuretilgendes Medicament, das Bittersalz als Abführungsmittel.

2) Vom Aluminium (Al = 11,41) und der Thon- oder Alaunerde.

§. 358. Das Aluminium wird durch Zersetzung des Chloraluminiums mittels Kalium erhalten. Es ist ein graues Pulver, welches unter dem Polirstahl einen zinnweißen Metallglanz annimmt; bei gewöhnlicher Temperatur ist es in der Luft und im Wasser unveränderlich, in der Luft erhitzt, verbrennen 53,3 Aluminium mit 46,7 Sauerstoff, mit vielem Glanz, zu Thonerde. — Aluminium.

§. 359. Die reine Thonerde ist weiß, sanft anzufühlen, an der Zunge klebend, von 2,00 spec. Gewicht, ohne Geschmack und Geruch; verbreitet jedoch, wenn sie mit Eisenoxyd etwas verunreinigt ist, einen schwachen eigenthümlichen Geruch, ist im Wasser unauflöslich, absorbirt aber an der Luft schnell Feuchtigkeit, und bildet im unausgeglühten Zustande mit Wasser einen schlüpfrigen Teig; ätzendes Kali und Natron lösen sie leicht auf; im frisch gefällten Zustande wird sie von Säuren, mit Ausnahme der Kohlensäure, aufgelöst; durch Glühen erhärtet sie und wird unauflöslich; erst durchs Calciniren mit Kali wird sie wieder auflöslich. Oele und — Thonerde.

Feuchtigkeiten werden von ihr leicht absorbirt; viele Farbstoffe verbinden sich leicht mit ihr. — Mit Schwefelsäure und wenig Kali bildet sie ein eigenthümliches, krystallisirbares, süßlich zusammenziehend schmeckendes Tripelsalz, den Alaun. — In ihren Verbindungen mit Alkalien und Erden verhält sie sich oft wie eine Säure.

a) Man kann die Thonerde leicht aus dem Alaun darstellen, wenn man diesen in Wasser auflöst und die Auflösung durch kohlensaures Natron zersetzt; die gefällte, noch nicht ganz reine Thonerde wird mit Wasser ausgewaschen, in Salzsäure nochmals aufgelöst und mit Ammoniak gefällt.

Vorkommen in d. Natur.

§. 360. Die Thonerde ist nächst der Kieselerde eine der verbreitetesten Erden in der Natur; am häufigsten findet sie sich in Verbindung mit Kieselerde im gewöhnlichen Thon, in der Pfeifenerde und Porzellanerde; mehr rein in dichter Form findet sie sich im Korund oder Demantspath, im Saphir und Rubin, Edelsteine, welche nach dem Diamant die größte Härte besitzen; weniger dicht in Verbindung mit etwas Schwefelsäure findet sie sich im Aluminit, in Verbindung mit Phosphorsäure im Wavellit.

Anwendungen.

§. 361. Die Thonerde findet in Künsten und Gewerben viele Anwendungen.

1) In ihrer Verbindung mit Kieselerde bildet sie mit etwas Wasser eine bildbare Masse, die zum Modelliren, Walken der Tücher und Fleckenvertilgen dient, in der Glühhitze aber erhärtet, und daher zu allen Töpferwaaren vom gröbsten Geschirr bis feinsten Porzellan gebraucht wird.

2) Im dichten Zustande, wie sie sich im Korund findet, bildet sie den Hauptbestandtheil des ächten Schmirgels, unter welchem Namen man oft auch andere sehr harte Steine in Pulvergestalt zum Poliren anwendet.

3) Ihre Auflösungen in Säuren (in Schwefelsäure, Essigsäure) geben uns ein Mittel, Farben auf Zeuge zu befestigen, wenn diese zuvor damit angebrüht (gebeizt) werden; auch zur Bereitung mancher Farben wird sie benutzt.

4) Der Alaun insbesondere dient bei der Papierfabrikation, um das Fließen des Papiers zu vermindern; zur Lederbereitung; zur Verfertigung gewisser Seifen, um diese fester zu machen; als adstringirendes Medicament; im gebrannten Zustand auch äußerlich als Aetzmittel.

3) Vom Zirkonium (Zr = 46,32) und der Zirkonerde.

Zirkonium.

§. 362. Das Zirkonium ist ein schweres, schwarzes Pulver, welches unter dem Polirstahl einigen Metallglanz annimmt, in der Luft erhitzt, verbrennen 73,686 Zirkonium mit 26,314 Sauerstoff zu Zirkonerde.

Zirkonerde.

§. 363. Die Zirkonerde wurde im Jahre 1789 von Klaproth entdeckt; sie ist weiß, weich anzufühlen, geruch- und geschmacklos, von 4,3 spec. Gewicht, im Wasser unauflöslich, mit diesem ein Hydrat bildend, welches nach dem Trocknen gelblich, durch-

Gummi ähnlich aussieht, und durch Glühen 27 Procent Wasser verliert; in ätzenden Alkalien ist die Zirkonerde völlig unauflöslich; dagegen wird sie von kohlensauren Alkalien aufgelöst, wodurch sie sich von der Thonerde unterscheidet, der sie sonst in manchen Beziehungen sehr ähnlich ist. — Im ungeglühten Zustand ist sie in Säuren auflöslich, und giebt damit eigene zusammenziehend schmeckende Salze; wird sie geglüht, so erhärtet sie sehr und wird in Säuren unauflöslich; sie löst sich in diesen erst wieder auf, wenn sie aufs Neue mit Alkalien geglüht wird.

Die Zirkonerde wurde bis jetzt nur in wenigen Mineralien, im Zirkon, Hyacinth, Eudyalith gefunden; Anwendungen sind noch keine bekannt.

4) Vom Glycinium oder Beryllium (B = 22,08) und der Glycin-, Beryll- oder Süßerde.

§. 364. Beryllium ist bis jetzt nur als ein graues, in der Luft und im Wasser beständiges Metallpulver bekannt. Bei dem Erhitzen verbrennt es mit großem Glanz mit Sauerstoff zu Beryllerde.

Die Beryllerde selbst wurde im Jahre 1798 von Vauquelin entdeckt; sie ist weiß, geruch- und geschmacklos, von 2,967 spec. Gewicht, unschmelzbar im Schmelzofen, im Wasser unauflöslich, läßt sich aber mit einer geringen Menge Wasser zu einem zähen Teig kneten. — Sie wird, wie die Thonerde, von den fixen Alkalien, nicht aber vom Ammoniak aufgelöst; in den kohlensauren Alkalien, vorzüglich im kohlensauren Ammoniak, ist sie leicht löslich; die Kohlensäure absorbirt sie bei gewöhnlicher Temperatur; mit den Mineralsäuren bildet sie süßlich schmeckende, etwas abstringirende Salze; im Feuer erhärtet sie nicht, wie die Thonerde.

Sie findet sich im Beryll, Smaragd und Euglas; Anwendungen kennt man von ihr noch keine.

5) Vom Yttrium (Y = 40,26) und der Ytter- oder Gadolinerde.

§. 365. Das Yttrium besteht aus schwarzen, metallisch glänzenden Schuppen, welche, in der Luft erhitzt, zu Yttererde verbrennen. Diese ist im reinen Zustand weiß, geschmack- und geruchlos, im Wasser unauflöslich, jedoch dasselbe schnell absorbirend, von 4,842 spec. Gewicht; sie zeichnet sich durch diese bedeutende Schwere sehr von den übrigen Erden aus. Sie absorbirt in der gewöhnlichen Temperatur die Kohlensäure aus der Luft, und ist im Schmelzofen unschmelzbar. In reinen Alkalien ist sie unauflöslich, wodurch sie sich von der Thon- und Beryllerde unterscheidet, löst sich aber in kohlensauren Alkalien, vorzüglich im kohlensauren Ammoniak leicht auf; mit Säuren bildet sie süß schmeckende Salze.

Sie wurde im Jahr 1794 von Gadolin in einem Mineral bei Ytterby in Schweden entdeckt, das seinem Entdecker zu Ehren Gadolinit genannt wurde; später fand man sie auch im Yttrotantalit, Yttrocerit und Orthit; Anwendungen kennt man von ihr noch keine.

6) Vom Thorium und von der Thor- oder Thorinerde.

§. 366. Das Thorium ist gleicherweise ein graues schweres Metallpulver, welches bei der Erhitzung zu Thorerde, einem weißen Pulver, von 9,4 spec. Gewicht, verbrennt.

Fünfter Abschnitt.

Von den Säuren aus zwei einfachen Stoffen und deren wichtigern Verbindungen.

§. 367. Ein, durch bestimmte Merkmale, sich auszeichnender Charakter chemischer Verbindungen ist der des Sauerseins, (der Sauerheit, Acidität). Säuren haben 1) einen zusammenziehenden Geschmack, den wir sauer nennen, sie röthen 2) die blauen Pflanzenfarben, besonders das Lackmus und 3) verbinden sie sich mit den nichtsauren Oxyden, Basen genannt, zu mehrfach zusammengesetzter chemischer Materie, die man Salze nennt. Dieß ist ihr hervorstechendster Charakter, denn beide erste Merkmale bleiben verborgen, wenn eine Säure im Wasser unlöslich ist, z. B. Kieselsäure.

Säuren werden gebildet nicht allein durch den Sauerstoff, sondern auch den Wasserstoff, man theilt sie daher in Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren; die säurefähige Grundlage kann ein einfacher Stoff sein, wie Kohlenstoff, Phosphor 2c., oder selbst schon ein aus einfachen Stoffen zusammengesetzter Körper, wohin die Säuren des Pflanzen- und Thierreichs gehören. Die ersteren werden wir in diesem Abschnitt, die letzteren zweckmäßiger bei den Bestandtheilen der Pflanzen- und Thierkörper näher betrachten. Säuren können übrigens, in gemeiner Temperatur, starre, tropfbarflüssige und luftförmige Körper sein.

Erste Unterabtheilung.

Von den Sauerstoffsäuren.

§. 368. Die Substrate, welche die einfachern Sauerstoffsäuren bilden, sind die Kohle, der Schwefel, Phosphor, Stickstoff, das Chlor, Brom, Jod, Bor, Selen und Kiesel; an sie schließen sich verschiedene Metalle: Arsenik, Chrom, Molybdän, Tantal und Wolfram u. a., welche mit Sauerstoff eigenthümliche Metallsäuren bilden. Mehrere dieser Stoffe verbinden sich mit dem Sauerstoff nicht blos in einem, sondern in mehreren Verhältnissen, zu verschiedenen Säuren; wir werden hier die wichtigern derselben, so weit sie für unsern Zweck nöthig sind, nach der oben angeführten Ordnung der Basen betrachten.

I) Von der Kohlensäure (Acidum carbonicum, $CO^2 = 27,655$).

§. 369. Die Kohlensäure oder das kohlensaure Gas, auch früher Luftsäure, fixe Luft genannt, besteht aus 1 Antheil Kohlenstoff und 2 Antheilen Sauerstoff, oder dem Gewicht nach (nach Thomson) aus 27,273 Kohlenstoff und 72,727 Sauerstoff; in ihrem gasförmigen Zustande enthält sie ein ihr gleiches Volumen Sauerstoff.

Eigenschaften.

§. 370. Sie ist in der gewöhnlichen Temperatur gasförmig, von säuerlichem Geschmack, etwas stechendem Geruch, schwerer als atmosphärische Luft und Sauerstoffgas; ihr spec. Gewicht ist 1,5277; 100 rheinische Cubikzolle wiegen 54,02 Grane med. Gewicht. Sie röthet blaue Pflanzensäfte nur schwach, löscht brennende Körper aus, und ist zum Athmen untauglich; sie veranlaßt schnell Erstickung der Thiere, welche in sie gebracht werden; da sie bedeutend schwerer, als die atmosphärische Luft ist, so läßt sie sich, dem Wasser ähnlich, aus einem Gefäß in das andere gießen. Bei gewöhnlicher Temperatur verbindet sie sich mit dem Wasser zu gleichen Raumtheilen; bei einer niedern Temperatur und großer Dichtigkeit des Gases kann Wasser selbst das Sechsfache seines Volumens an Kohlensäure aufnehmen. — Im reinen Zustand widersteht das kohlensaure Gas der stärksten Hitze; ebenso wenig verändert es durch Kälte seine Gasform; durch vereinte Wirkung von Druck und Kälte läßt es sich aber in tropfbare Form bringen; sie ist in diesem Zustand hell, farblos, sehr beweglich und höchst flüchtig; sie bedarf selbst beim Eispunkt einen Druck von 36 Atmosphären, um flüssige Form zu behalten *).

Die Kohlensäure läßt sich durch Kalium und Natronium bei gewöhnlicher Temperatur zerlegen, wobei die Kohle abgeschieden wird; auch viele andere brennbare Stoffe, ebenso elektrische Schläge zerlegen die Kohlensäure, wobei jedoch gewöhnlich blos eine theilweise Zerlegung geschieht; statt reiner Kohle erhält man Kohlenoxydgas; auch die Pflanzen zerlegen während ihrer Vegetation die von ihnen absorbirte Kohlensäure.

Vorkommen.

§. 371. Die Kohlensäure ist in der Natur sowohl im freien, als gebundenen Zustand äußerst verbreitet; sie entwickelt sich als Gas bei jeder Gährung weiniger Flüssigkeiten, bei jedem Brennen von Holz, Kohle, Oel, Harz; beim Glühen von Kohle mit Metalloxyden, welche zum Sauerstoff nur wenig Anziehung haben; beim Brennen des Kalks, beim Athmen der Thiere, bei der Ausdünstung der Pflanzen zur Nachtzeit, bei der Fäulniß von Thieren und Pflanzen; in geringer Menge ist sie immer in der Atmosphäre enthalten; im Wasser aufgelöst findet sie sich in jedem Brunnen- und Flußwasser und in größerer Menge in den Sauerwassern; hier und da tritt sie dunstförmig aus Gebirgsschichten hervor, wie in der Hundsgrotte bei Neapel, in der Dunsthöhle zu Pyrmont; im ge-

*) Von dem franz. Chemiker Thilorier ist sie zuerst nicht nur als tropfbarflüssiger, sondern bereits auch als starrer Körper dargestellt worden.

gebundenen Zustand findet sie sich in Verbindung mit Kalk in ungeheuern Gebirgsmassen; sie ist ein Bestandtheil des Gehäuses der Muscheln, Schnecken, Eyerschalen, Korallen u. a. Thiere.

Bereitung. §. 372. Die Kohlensäure läßt sich leicht aus Kreide, Marmor, oder jedem dichten Kalkstein bereiten; sie entweicht aus diesen Gebirgsarten, wenn diese mit einer Säure übergossen werden, welche zu dem Kalk eine nähere Verwandtschaft besitzt. — Um eine etwas länger dauernde Entwicklung von Kohlensäure zu erhalten, bringt man kleine Stückchen von zerstoßenem dichten Kalkstein oder Marmor in eine Flasche, und übergießt diese mit Salzsäure, welche mit ihrem 10 bis 12fachen Gewicht Wasser verdünnt ist; die Salzsäure ist bei dieser Bereitung der Schwefelsäure vorzuziehen, weil letztere zwar anfangs eine schnelle Entbindung von Kohlensäure veranlaßt, welche aber schneller aufhört, obgleich noch freie Schwefelsäure vorhanden ist, indem sich der sich bildende Gyps als unauflöslich auf den kohlensauren Kalk niederschlägt.

Kohlensaure Salze. §. 373. Die Kohlensäure verbindet sich mit den meisten salzfähigen Basen zu eigenthümlichen Salzen; je nach dem Verhältniß der Basis zu der Säure unterscheidet man:

1) Basisch-kohlensaure Salze, auch Subcarbonate oder kohlensäuerliche Salze genannt; in ihnen enthält die Säure doppelt so viel Sauerstoff, als das Dxyd; sie sind am häufigsten vorkommend; gewöhnlich sind diese basischen Salze zu verstehen, wenn von kohlensauren Salzen im Allgemeinen die Rede ist.

2) Neutrale kohlensaure Salze oder doppelt kohlensaure Salze, Bicarbonate, in welchen die Säure die 4fache Menge von Sauerstoff des Dxyds enthält.

3) Salze mit doppeltem Ueberschuß der Basis, in welchen Säure und Basis gleiche Sauerstoffmengen enthalten, oder Dicarbonate.

4) Salze, in welchen die Säure die 3fache Menge Sauerstoff der Basis enthält.

Werden kohlensäuerliches Kali, Natron, Ammoniak oder Bittererde in Wasser gelöst oder vertheilt, so nehmen diese basischen Salze so viel Kohlensäure auf, als sie schon besitzen, und gehen dadurch in neutrale Salze über; in diesem neutralen Zustande haben sie gewöhnlich eine geringere Auflöslichkeit, krystallisiren leichter, reagiren weniger auf Pflanzenfarbstoffe, und werden oft luftbeständiger; die wichtigern kohlensauren Salze sind folgende:

Benennungen und Bestandtheile in 100 Theilen.	Basis.	Säure.	Wasser.	Chemiker.
Basisch-kohlensaures Kali, wasserfreies	68,57	31,43		nach Thomson
Neutrales kohlensaures Kali, krystallisirtes	47,52	43,56	7,92	— — —
Basisch-kohlensaures Natron, krystallisirtes	20,60	14,16	65,24	— — —
Neutrales kohlensaures Natron	37,64	51,76	10,7	— — —
Basisch-kohlensaures Ammoniak	43,88	56,12		— Thenard
Basisch-kohlensaure Bittererde, krystallisirt	28,98	32,00	39,02	— Thomson
Gewöhnliche kohlensaure Bittererde	43	40	17	— Dalton
Basisch-kohlens. Kalk (Kalkspath)	56,4	43,6		— Berzelius
Basisch-kohlensaurer Baryt (Witherit)	62	22	16	— Pelletier
Basisch-kohlensaurer Strontian (Strontianit)	62	30	8	— — —
Kohlensaures Bleiprotoxyd (Bleiweiß)	83,5	16,5		— Berzelius
Kohlensaures Eisenoxydul .	61,47	38,53		— — —

Das basisch-kohlensaure Kali zerfließt an der Luft zu einer ölartigen Flüssigkeit, dem Weinsteinöl; es bildet den wesentlichen Bestandtheil der Potasche.

Das neutrale kohlensaure Kali ist luftbeständig und krystallisirt in geschobenen 4seitigen Säulen, die in 4 Theilen kalten Wassers auflöslich sind.

Das basisch-kohlensaure Natron krystallisirt in rhomboidalen Prismen, die an der Luft durch Verflüchtigung ihres Krystallisationswassers verwittern; es bildet den wesentlichen Bestandtheil der Soda. Das neutrale kohlensaure Natron bildet geschobene 4seitige Tafeln, die an der Luft nur oberflächlich verwittern.

Das basisch-kohlensaure Ammoniak ist weiß, von stechend caustischem Geschmack und Ammoniakgeruch; es verflüchtigt sich an der Luft.

Die basisch-kohlensaure Bittererde krystallisirt in geraden abgestumpften 6seitigen Säulen.

Die pulverisirte gewöhnliche weiße Bittererde läßt sich als eine Verbindung von 3 Antheilen basisch kohlensaurer Bittererde mit 1 Antheil Bittererde-Hydrat ansehen.

Die basisch-kohlensaure Kalkerde findet sich in jedem Kalkstein, krystallisirt im Kalkspath in Rhomboedern mit doppelter Strahlenbrechung.

Der basisch-kohlensaure Baryt findet sich im Witherit in doppelt 6seitigen Pyramiden krystallisirt.

Der basisch-kohlensaure Strontian im Strontianit in regelmäßigen 6seitigen Säulen. Das kohlensaure Bleiprotoxyd bildet als formloses Pulver das Bleiweiß; krystallisirt findet es sich in weißen geschobenen 4—6seitigen Säulen mit Demantglanz im Bleispath.

Das kohlensaure Eisenoxydul kommt in überschüssiger Kohlensäure in den Stahlwassern aufgelöst vor; in Rhomboedern krystallisirt findet es sich im Spatheisenstein.

Anwendungen. §. 374. Sie ist in jedem gesunden Trinkwasser enthalten; wird sie etwa durch Kochen aus dem Wasser verflüchtigt, so verliert dieses dadurch viel von seinen erfrischenden Eigenschaften, es wird fade; in größerer Menge mit Wasser verbunden, wird sie als Sauerwasser häufig benutzt, mit Wein gemischt giebt sie diesem das angenehme Pikante, wodurch sich moussirende Weine auszeichnen. Die Pflanzen erhalten durch Absorption der Kohlensäure den für sie nöthigen Kohlenstoff, indem sie diese Säure zerlegen und den Sauerstoff an die Luft abgeben, wodurch die Atmosphäre wieder einen Theil des Sauerstoffs erhält, den sie jeden Augenblick durch die Verbrennungs-, Fäulniß- und Athmungsprocesse verliert.

Im reinen Zustand läßt sie sich benutzen, um vegetabilische Stoffe gegen Fäulniß zu schützen; Früchte lassen sich in Gefäßen, welche mit Kohlensäure gefüllt sind, lange frisch erhalten *).

Verschiedene Anwendungen der kohlensauren Salze wurden schon oben bei den Stoffen erwähnt, welche die Basis dieser Salze bilden.

2) Von den Säuren des Schwefels.

§. 375. Der Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff in 4 verschiedenen Verhältnissen zu 4 Säuren, in welchen sich die Menge des Sauerstoffs wie 1, 2, $2\frac{1}{2}$ und 3 verhält, wenn die Menge Schwefel in allen die Gleiche ist. Sie erhielten die Benennungen unterschweflige Säure, schweflige Säure, Unterschwefelsäure und Schwefelsäure; 100 Theile Schwefel enthalten in der 1. 50 Theile Sauerstoff, in der 2. 100, in der 3. 125 und in der 4. oder vollkommenen Schwefelsäure 150 Theile Sauerstoff.

Die schweflige Säure und Schwefelsäure verdienen hier zunächst näher betrachtet zu werden, indem sie am häufigsten im Gebrauch sind.

a) Die schweflige Säure (Acidum sulphurosum, SO^2).

§. 376. Diese Säure ist gasförmig, bei gewöhnlichem Druck und Temperatur farblos, von starkem unangenehmen Geschmack, stechendem, brennendem, schwefligem Geruch; sie ist zum Athmen untauglich, erregt Husten, Brustbeklemmung und Erstickungszufälle, Lichter erlöschen in ihr, vom Wasser wird sie leicht absorbirt, sie röthet anfangs die Lackmustinktur, bleicht sie aber nachher, sie zerstört viele Farben; sie wird daher zum Entfärben der Wolle, Seide

*) Annales de Chimie et Physiq. Janv. 1819.

und Vertilgung verschiedener Flecken, namentlich der Obstflecken, angewandt; ihr spec. Gewicht ist 2,234.

Durch gleichzeitige Anwendung von Druck und Kälte läßt sich die schweflige Säure auch tropfbar machen; sie ist in diesem Zustand farblos, wasserhell, leicht beweglich, an der Luft sehr leicht verdünstend, wobei sie eine so große Kälte erzeugt, daß Bussy dadurch selbst Alkohol zum Gefrieren brachte; im luftleeren Raume läßt sich dadurch eine Kälte von — 54 Grad R erzeugen.

Zu den empfindlichsten Reagentien auf schweflige Säure gehört die Jodstärke, welche durch diese Säure sogleich entfärbt wird; ihre blaue Farbe aber wieder erhält, wenn sie an die Luft gesetzt oder ihr Schwefelsäure oder Salpetersäure zugesetzt wird.

Vorkommen.

§. 377. Diese Säure erzeugt sich beim Verbrennen von Schwefel; in der freien Natur findet sie sich fast nur in den Umgebungen von Vulkanen und in den Solfataren, wo sie durch das Verbrennen des Schwefels, den die vulkanische Hitze fast beständig entbindet, erzeugt wird; auf ähnliche Art bildet sie sich bei Verwitterung von Schwefelkiesen, wenn diese mäßig benetzt auf einander gehäuft werden, um aus ihnen Eisenvitriol zu gewinnen.

Bereitung.

§. 378. Sie läßt sich leicht durch das Verbrennen von Schwefel an freier Luft bereiten; reiner erhält man sie, wenn man concentrirte Schwefelsäure mit Metallen behandelt, welche der Schwefelsäure so viel Sauerstoff entziehen, daß diese dadurch in unvollkommene Schwefelsäure übergeht; man kann zu diesem Zwecke gleiche Theile Quecksilber oder Kupfer mit Schwefelsäure sieden. Fängt man die sich entwickelnden Dämpfe über Quecksilber auf, so erhält man die Säure gasförmig; leitet man sie in Wasser, so nimmt dieses bei 16° R. und dem gewöhnlichen Druck der Luft das 37fache seines Volumens davon auf.

Schwefligsaure Salze.

§. 379. Mit Salzbasen bildet diese Säure schwefligsaure Salze, in welchen sich die Sauerstoffmenge der Säure zu der in der Base = 2 : 1 verhält; sie ziehen aus der Luft Sauerstoff an und gehen dadurch in schwefelsaure Salze über; sie werden durch die meisten Säuren zersetzt; die im Wasser auflöslichen, schwefligsauren Salze besitzen einen scharfen Geschmack.

Anwendungen.

§. 380. Die schweflige Säure dient 1) zum Bleichen der Seide, Wolle und des vorher mit Lauge behandelten Hanfs und Flachses, zum Reinigen der Leinenzeuge von Obstflecken; 2) als Reagens zur Entdeckung des Schwefelwasserstoffs durch Abscheidung des Schwefels und zur Entdeckung der Natur gewisser Pigmente, namentlich der Rosen und anderer rothen Blumen und Beeren, Johannisbeeren, Himbeeren u. a., welche dadurch entfärbt werden; 3) als Medicament vorzüglich in Bädern zur Heilung von Hautkrankheiten.

b) Die Schwefelsäure (Acidum sulphuricum) = SO^3).

§. 381. Sie kommt in 3 verschiedenen Formen vor, als wasserfreie Schwefelsäure, als weiße möglichst concentrirte wasserhaltige Schwefelsäure und als rauchende Schwefelsäure. In der 2ten Form

wird, sie am häufigsten angewandt, und von ihr soll daher zunächst die Rede sein.

Die weiße Schwefelsäure, auch englische nicht rauchende Schwefelsäure genannt, ist wasserhell, geruchlos, von ölartiger Consistenz, sehr stark auf Lackmuspapier wirkend, ein Tropfen färbt eine große Menge Lackmuspapier roth, sie wirkt im höchsten Grad ätzend, greift alle vegetabilische und thierische Stoffe auf der Stelle an, verkohlt Holz und wirkt innerlich in geringen Quantitäten, im concentrirten Zustand genommen, als ätzendes Gift. Sie enthält nach Thenard $\frac{1}{5}$ ihres Gewichts Wasser und besitzt bei 16° R ein spec. Gewicht von 1,842, sie siedet bei 248° R. Vermischt man sie mit Wasser, so entsteht unter Volumensverminderung eine beträchtliche Erhitzung. Man darf daher die Säure immer nur in kleinen Portionen in Wasser gießen und nie umgekehrt in größeren Quantitäten zur Säure Wasser; ebenso darf das Zugießen der Schwefelsäure nie in schon siedendes Wasser geschehen. Die größte Temperaturerhöhung entsteht, wenn 1 Theil Wasser mit $2\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure gemischt wird.

a) Werden 10 Pfund Wasser mit 25 Pfd. Schwefelsäure bei + 8° R vermischt, so erhöht sich die Temperatur um 96 Grad R oder 24 Grad über den Siedepunkt des Wassers; geschieht die Vermischung in demselben Verhältniß in kleinern Quantitäten, nimmt man Unzen statt Pfunde, so erhöht sich die Temperatur nur um 81 Grade.

Vorkommen. §. 382. In der Natur findet sich die Schwefelsäure gewöhnlich in Verbindung mit Erden, Alkalien und Metalloxyden; frei in Verbindung mit Wasser fand man sie auch schon in vulkanischen Gegenden; ein Bach eines beinahe ausgebrannten Vulkans in Amerika enthält in einem Litre (in 50,4 Par. Cubikzollen oder nahe hin $2\frac{1}{7}$ Pfd. Wasser) 16,8 Gran Schwefelsäure.*); auch in Grotten bei Aix in Savoyen und bei Siena wurde schon freie verdünnte Schwefelsäure in geringer Menge gefunden.

Bereitung. §. 383. Die Schwefelsäure kann auf verschiedene Art bereitet werden. — Setzt man schweflige Säure in Wasser aufgelöst der Luft aus, so absorbirt sie aus dieser die Hälfte ihres Gehalts an Sauerstoff und geht dadurch in Schwefelsäure über, von der man das Wasser durch bloßes Abdünsten verflüchtigen kann. Im Großen wird sie gewöhnlich fabrikmäßig durch Verbrennen des Schwefels mit Salpeter unter Zutritt von Wasserdämpfen und atmosphärischer Luft in Bleikammern bereitet.

Der Vitriolspiritus (Spiritus vitrioli) ist eine Verbindung von 1 Theil Schwefelsäure mit 8 Theilen Wasser.

Die rauchende Schwefelsäure, auch oft ausschließend Vitriolöl genannt, erhält man durch Destillation von Eisenvitriol; sie ist

---

*) Ueber den Vulkan Puracu und den daselbst entspringenden Essigfluß von Alex. v. Humboldt. Schweiggers Journal der Chemie. Bd. XV. II. Reihe. 1825. S. 83.

bräunlich gefärbt und verbreitet an der Luft weiße erstickende Dämpfe; sie besteht aus gewöhnlicher Schwefelsäure, welche zugleich eine gewisse Menge wasserleere Schwefelsäure, mit etwas schwefliger Säure, aufgelöst enthält.

Die feste Schwefelsäure erhält man, wenn man die rauchende Schwefelsäure noch einmal destillirt und die Vorlage sehr kalt erhält, wodurch sich der rauchende Stoff zu einer weißen, seidenartig glänzenden, fasrigen Masse verdichtet, die an der Luft saure erstickende Dämpfe ausstößt, zerfließt und so wieder in gewöhnliche Schwefelsäure übergeht.

Schwefelsaure Salze.

§. 384. Die Schwefelsäure bildet mit den Basen mehrere wichtige Salze, welche im Allgemeinen auch Sulfate genannt werden; mit mehreren geht sie in 2 Verhältnissen Verbindungen ein, sie bildet mit ihnen neutrale und saure Salze; die neutralen sind die allgemeiner vorkommenden, sie enthalten 3mal so viel Sauerstoff, als die mit ihr verbundene Basis, ihre Auflöslichkeit in Wasser ist sehr verschieden, einige sind im Wasser völlig unauflöslich, wie die Sulfate von Baryt, Blei, Zinn, Quecksilber; andere sind schwerauflöslich, wie die von Kalk, Strontian und Silber; noch andere sind leicht auflöslich, wie die von Bittererde, Thonerde, Kali, Natron, Eisen, Kupfer, Zink. Die Auflösungen der Sulfate werden durch Barytwasser und in Wasser aufgelöste Barytsalze gefällt, durch Glühen mit Kohlenpulver werden sie zersetzt, wobei sich der wiederhergestellte Schwefel gewöhnlich mit der alkalischen Grundlage verbindet; die wichtigern dieser Salze sind folgende:

Benennungen und Bestandtheile in 100 Theilen.	Basis.	Säure.	Wasser.	Chemiker.
Schwefelsaure Thonerde (Aluminit) . . .	30,26	23,36	46,32	Stromeyer
Schwefelsäure krystallisirte Bittererde (Bittersalz) .	16,26	32,52	51,22	Thomson
Schwefelsaurer Baryt (Schwerspath) . . .	65,64	34,78		Berzelius
Schwefelsaurer Kalk (Gyps, Selenit) . . .	32	47	21	Buchholz
Wasserloser Gyps (Anhydrit)	40	60		Vauquelin
Schwefelsaures Kali (vitriolisirter Weinstein) .	54,55	45,45		Thomson
Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) krystallisirt .	19,27	24,76	56	Berzelius
Dasselbe trocken ohne Krystallisationswasser .	43,72	56,28		Berzelius
Schwefelsaures Eisenprotoxyd (grüner oder Eisenvitriol)	25,7	28,9	45,4	Berzelius
Schwefelsaures Kupferdeutoxyd (blauer oder Kupfervitriol)	32,13	31,57	36,30	Berzelius
Schwefelsaurer Zink (weißer oder Zinkvitriol) . .	32,56	30,96	36,45	Berzelius

Der Alaunit findet sich als eine weisse undurchsichtige Masse. Das Bittersalz, auch hier und da Seidlitzer und Epsomer Salz genannt, ist weiß, bittersalzig schmeckend, krystallisirt in rechtwinkligen 4seitigen Säulen, von dem krystallisirten Salz sind in 100 Theilen Wasser bei 11,6°R. 103,6 Theile, dagegen bei 77,8 Graden 644,4 Theile löslich.

Der Schwerspath ist im Wasser völlig unauflöslich; er findet sich in der Natur theils in dichten Massen, theils krystallisirt in geschobenen 4seitigen Tafeln und verschiedenen andern Formen.

Der Gyps ist schwerauflöslich, 1 Theil bedarf dazu gegen 300 Theile Wasser, er kommt derb und in vierseitigen Tafeln krystallisirt in der Natur vor; der Anhydrit derb und in Würfeln.

Das schwefelsaure Kali krystallisirt in kurzen 4—6seitigen Säulen, verändert sich an der Luft nicht, hat einen bittersalzigen Geschmack, bei 10°R. ist 1 Theil in 10 Theilen Wasser löslich.

Das Glaubersalz krystallisirt in geschobenen 4seitigen Säulen, die an der Luft durch Verflüchtigung des Krystallisationswassers zerfallen; es hat einen kühlenden bittersalzigen Geschmack, ist abführend, im warmen Wasser auflöslicher, als im kalten.

Von den Vitriolarten war schon bei den entsprechenden Metallen die Rede.

Mit Kali bildet die schwefelsaure Thonerde ein Tripelsalz, den Alaun, welcher nach Berzelius besteht aus

34,23	Schwefelsäure	oder 36,85	schwefelsaurer Thonerde,
10,86	Thonerde	— 18,15	schwefelsaurem Kali.
9,81	Kali	— 45,00	Wasser.

Auch mit Natron und Ammoniak lassen sich ähnliche Alaunarten bilden.

Anwendungen. §. 385. Die Schwefelsäure besitzt unter den Säuren die mannigfaltigste Anwendung. Sie wird in technischer Beziehung in großer Menge gebraucht, in den chemischen Bleichereien und Färbereien, in den letztern namentlich zum Auflösen des Indigos, welchen die rauchende Schwefelsäure weit leichter auflöst, als die gewöhnliche; beim Drucken gewisser Zeuge, um die Waschwasser zu säuren; von den Zinngießern, Knopffabrikanten, Schmelzarbeitern und Vergoldern, um von der Oberfläche der von ihnen bearbeiteten Metalle das Oxyd wegzubringen, das sich darauf bildet; von den Kürschnern, Rothgärbern und Hutmachern zur Bereitung des Filzes; von den Oelfabrikanten zur Klärung der Oele, deren stärkemehlhaltige und schleimige Substanzen sie verkohlt; zur Fabrication des Stärkesyrups und Stärkezuckers wird sie gleichfalls häufig benutzt.

Als Reagens dient sie als das empfindlichste Erkennungsmittel für Baryt, zur Ausmittelung und Abtrennung anderer flüchtiger Säuren, namentlich der Salpetersäure, Flußsäure, Essigsäure; als Auflösungsmittel vieler Körper und zu vielen andern Zwecken der analytischen Chemie.

Von ihren Salzen wird der Gyps häufig in landwirthschaftlicher und technischer Beziehung benutzt; das Bittersalz, die schwefelsaure

Bittererde und das Glaubersalz als abführende Medicamente, der Kupfer- und Eisenvitriol in den Färbereien, der Zinkvitriol als schnell wirkendes Brechmittel.

3) Von den Säuren des Phosphors.

§. 386. Der Phosphor bildet mit dem Sauerstoff 3 verschiedene Säuren, die unterphosphorige, die phosphorige und Phosphorsäure, von welchen die letztere vorzüglich im Gebrauch ist.

Die Phosphorsäure (Acidum phosphoricum = $PO\,2\frac{1}{2}$).

§. 387. Die vollkommene Phosphorsäure kommt dampfförmig, flüssig und fest vor; in der letztern, der concentrirtesten Form, bildet sie eine glasartige durchsichtige Masse, das sogenannte Phosphorglas, welches stark sauer schmeckt, in Wasser sehr auflöslich ist, schon an der Luft zerfließt und damit die flüssige Phosphorsäure bildet, welche Lackmus stark röthet. Die wasserfreie glasige Phosphorsäure hat ein spec. Gewicht von 2,687; bei dem verglasten Phosphorsäurehydrat ist dieses 2,876, bei der flüssigen Phosphorsäure 2,417. Von der trocknen verglasten Phosphorsäure lösen sich bei 20° R. in 100 Theilen Wasser 159,03 Theile auf; die wäßrige Phosphorsäure ist farb- und geruchlos.

Vorkommen.

§. 388. Die Phosphorsäure wurde noch nicht frei in der Natur gefunden; häufig findet sie sich aber in Verbindung mit Kalk in den Knochen der Thiere, auch im Apatit; nicht selten findet sie sich auch in Verbindung mit Blei und Eisenoxyd, seltener mit den Oxyden anderer Alkalien, Erden und Metalle.

Bereitung.

§. 389. Die Phosphorsäure läßt sich durch rasches Verbrennen des Phosphors unter Zutritt von Sauerstoffgas erhalten, wobei sich die Phosphorsäure in vielen weißen Dämpfen entwickelt, die durch Anziehung von Feuchtigkeit in flüssige Phosphorsäure übergehen, oder man bereitet sie auch durch Zersetzung der phosphorsauren Salze, wozu sich calcinirte Knochen am wohlfeilsten anwenden lassen, indem diese vorherrschend aus phosphorsaurer Kalkerde bestehen. — Man übergießt zu diesem Zweck 1 Pfund feingepülverte Knochenasche mit 1 Pfund Schwefelsäure, die mit 6 Pfund Wasser verdünnt ist, und läßt das Gemisch in mäßiger Wärme 6 Tage stehen; hierauf werden 2 Pfund Alkohol zugesetzt und das Ganze filtrirt, wodurch der Gyps abgesondert wird; der Alkohol wird hierauf durch Destillation von der Phosphorsäure getrennt, letztere bleibt in der Retorte zurück, wird dann völlig abgedampft und in der Hitze verglast.

Phosphorige Säure in Verbindung mit etwas Phosphorsäure erhält man, wenn man Phosphor ohne Temperaturhöhung der Luft aussetzt; es bilden sich dabei unter Entwicklung eines schwachen Lichts Dämpfe, die vorherrschend aus der erstern Säure bestehen.

Phosphorsaure Salze.

§. 390. Die Phosphorsäure bildet mit den Alkalien, Erden und Metallen viele Salze, die Phosphate genannt

werden; man kennt nicht nur neutrale, sondern auch basische, säuerliche und saure Phosphate. Die mit Kali, Natron und Ammoniak gebildeten sind in Wasser leicht auflöslich; die mit den andern Basen sind schwer auflöslich; in Salz- und Salpetersäure lösen sie sich ohne Brausen auf; von der Schwefelsäure werden sie zum Theil zersetzt; in heftigem Feuer schmelzen sie für sich und mit mehreren Erden zu Gläsern; mit Kohle geglüht zersetzen sie sich, wobei sich der Phosphor abscheidet; die wichtigern dieser Salze sind folgende:

Benennungen und Bestandtheile.	Basis.	Säure.	Wasser.	Chemiker.
Neutrales phosphorf. Natron	19,1	16,7	64,1	Thomson
Neutraler phosphorsaurer Kalk	35,4	41,9	22,7	Berzelius
Basisch phosphorsaurer Kalk, ausgeglüht	48,32	51,68	0	—
Neutrales phosphorsaures Eisendeutoxyd (Eisenblau, natürliches Berlinerblau) .	43,6	27,4	27	Vogel
Phosphorsaures Bleiprotoxyd (Grünbleierz)	82	18	0	Thomson

Das neutrale phosphorsaure Natron kommt in thierischen Flüssigkeiten, vorzüglich im menschlichen Urin vor; es hat einen schwachen, nicht bittern Geschmack, grünt den Veilchensyrup, krystallisirt in rhomboidalen Prismen, die bald an der Luft verwittern; es wird als Abführungsmittel angewandt.

Der basisch phosphorsaure Kalk spielt eine sehr wichtige Rolle im thierischen Organismus; er kommt in allen flüssigen, weichen und festen Theilen der Thiere vor; beinahe ⅔ der Knochen der höhern Thiere bestehen aus ihm.

Das natürliche Berlinerblau findet sich hier und da auf bituminösem faulen Holz und in Torfmooren; es ist anfangs weiß, wird aber an der Luft blau.

Das phosphorsaure Bleiprotoxyd findet sich in der Natur als Grün- und Braunbleierz in regelmäßigen 6seitigen Säulen.

Anwendungen. §. 391. Die Phosphorsäure dient 1) bei chemischen Untersuchungen als Flußmittel vor dem Löthrohr; 2) zur Entdeckung und Abscheidung der Bittererde aus Mineralwassern, indem Phosphorsäure und Ammoniak in ihrer vereinigten Wirkung mit Bittererde bei Ueberschuß des Ammoniaks ein sehr schwerlösliches, basisches Doppelsalz bilden, das sich sogleich durch eine weiße Trübung zu erkennen giebt; 3) zur Bereitung des phosphorsauren Natrons, und 4) als Medicament, wie andere Mineralsäuren.

Die saure phosphorsaure Kalkerde hat das Eigene, Leinwand, Holz, Papier, Stroh unentzündlich zu machen, wenn sie mit einer starken Auflösung dieses Salzes getränkt und dann getrocknet werden;

diese Substanzen verkohlen dann in starkem Feuer, ohne Feuer zu fangen, auch phosphorsaures Ammoniak hat diese Eigenschaft.

4) Von den Säuren des Stickstoffs.

§. 392. Der Stickstoff bildet mit dem Sauerstoff 2 Säuren; die Salpetersäure und salpetrige Säure. Die erste Säure enthält in 100 Theilen Stickgas dem Volumen nach 250 Theile Sauerstoffgas, die zweite 200, dem Gewicht nach enthält die Salpetersäure 73,8 Procent und die salpetrige Säure 69,3 Procent Sauerstoff.

a) Die Salpetersäure (Acidum nitricum = AO^5).

§. 393. Sie wurde früher auch Salpetergeist genannt, im verdünnten Zustand mit 1—2 Theilen Wasser ist sie auch unter dem Namen Scheidewasser (Aqua fortis) bekannt. In ihrem concentrirten Zustand ist sie farblos, wasserhell, tropfbar flüssig, von 1,513 spec. Gewicht, eigenthümlichem Geruch, starkem sauern Geschmack, ein Tropfen reicht hin, um eine große Menge Lackmus zu röthen, sie greift die Haut und die organischen Stoffe überhaupt an, färbt sie meist gelb; sie gehört zu einem der stärksten ätzenden Gifte; wasserfrei konnte sie noch nicht dargestellt werden; auf verbrennliche Körper und die meisten Metalle wirkt sie mit großer Heftigkeit, wobei sie zum Theil zersetzt wird, ein Theil ihres Sauerstoffs verbindet sich mit diesen Körpern zu Oxyden, wodurch diese fähig werden, sich in der übrigen Salpetersäure aufzulösen, während die übrigen Bestandtheile der Säure, als salpetrige Säure, Salpetergas oder selbst als Stickgas entweichen. — Auch in der Rothglühhitze zersetzt sich die Salpetersäure und verwandelt sich in salpetrige Säure, Sauerstoff und Wasserdunst; concentrirte Salpetersäure erleidet schon durch Einwirkung des Sonnenlichts eine ähnliche Zersetzung.

§. 394. Die Salpetersäure findet sich in der Natur weit weniger häufig schon gebildet, als die übrigen Mineralsäuren, vorzüglich selten findet sie sich im unorganischen Reich, dagegen bildet sie sich häufig bei der Fäulniß thierischer Substanzen, wenn Stickgas im Augenblick seiner Entwicklung mit Sauerstoff und einer basischen Substanz in Berührung kommt; sie findet sich so häufig an Kalk gebunden im Untergrund und an den Wänden der Viehställe als Mauersalpeter. — An Kali gebunden, findet sie sich in den Säften vieler Pflanzen. — An Kalk und Bittererde und oft zugleich an Kali und Natron gebunden, in den obersten Gebirgsschichten einzelner Gegenden, in Ungarn, Neapel und Ostindien, wo ihre Entstehungsart zum Theil noch nicht gehörig erklärt ist. *Vorkommen.*

§. 395. Man erhält die Salpetersäure, wenn man 6 Theile salpetersaures Kali (Salpeter) in einer Retorte mit 4 Theilen englischer weißer Schwefelsäure übergießt und der Destillation bei nach und nach verstärktem Feuer aussetzt. Die Schwefelsäure verbindet sich hier mit dem Kali zu feuerbeständigem sauern schwefelsaurem Kali, während die Salpetersäure in Dämpfe übergeht. *Bereitung.*

Salpetersaure Salze.

§. 396. Mit den Basen bildet die Salpetersäure sehr viele in Wasser lösliche krystallisirbare Salze, welche im Allgemeinen Nitrate genannt werden; wenn sie neutral sind, enthält in ihnen die Säure 5mal so viel Sauerstoff, als die mit ihr verbundenen Basen. In der Hitze verpuffen sie in Berührung mit brennbaren Substanzen, mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung gebracht, entwickeln sie salpetersaure Dämpfe; die wichtigern dieser Salze sind folgende:

Benennungen und Bestandtheile.	Basis.	Säure.	Wasser.	Chemiker.
Salpetersaures Kali (Salpeter)	48,63	51,37	0	Thomson
— — — Natron (cubischer Salpeter) . . .	42,4	57,6	0	Dalton
— — — Ammoniak (flammender Salpeter) .	21,14	67,62	11,23	Berzelius
Salpetersaurer Kalk krystallisirt	25,7	49,5	24,8	Thomson
— — — Baryt . .	58,4	41,4	0	Berzelius
— — — Strontian .	35,4	36,8	27,8	Brook
Salpetersaures Silber (Höllenstein, Silberätzstein) . .	70,	30,	0	Proust
Basisches Kupferdeutoxyd .	66,0	18,9	15,1	Berzelius
Neutrales salpetersaures Blei	67,22	32,77	0	— —
Salpetersaures Wißmuth .	48,8	33,7	17,5	— —

Der gewöhnliche Salpeter krystallisirt in langen 6seitigen Säulen; der cubische Salpeter in geschobenen Würfeln (Rhomboëdern); der flammende Salpeter in elastischen biegsamen Fäden, die sich in der Glühhitze plötzlich entzünden und in Stickstoff, Stickstoffdeutoxyd und Wasserdämpfe zersetzen.

Der salpetersaure Kalk ist ein sehr leicht auflösliches Salz, das in 6seitigen, mit langen Pyramiden zugespitzten Säulen krystallisirbar ist und sich gewöhnlich bei der künstlichen Salpetererzeugung bildet.

Der salpetersaure Baryt krystallisirt in halbdurchsichtigen, an der Luft beständigen Octaëdern; der salpetersaure Strontian krystallisirt gleichfalls in Octaëdern, manchmal auch in unregelmäßigen Prismen, hat aber die Eigenschaft, mit purpurrother Flamme zu brennen.

Anwendungen.

§. 397. Die Salpetersäure findet sehr mannigfaltige Anwendungen. Sie dient 1) zur Auflösung und Oxydirung vieler Metalle; 2) zum Aetzen auf Kupfer- und Steinplatten; 3) zur Reinigung des Goldes und der Platina von den übrigen, in der Salpetersäure auflöslichen Metallen; 4) zur Trennung des in ihr sehr auflöslichen Silbers vom Gold (Scheidung durch die Quart); 5) im concentrirten Zustand als salpetrige Salpetersäure, zur Entdeckung des Schwefelwasserstoffs in Mineralwassern, wobei eine milchige Trübung entsteht; 6) als Auflösungsmittel gewisser Nieder-

schläge, um die in der Salpetersäure auflöslichen von den unauflöslichen zu trennen; 7) als Erkennungsmittel einzelner Substanzen aus dem organischen Reich, je nachdem diese dadurch ihre Farbe verschieden ändern; 8) zum Gelbfärben der Seide und um gelbe Zeichnungen auf blau und roth gefärbter Seide hervorzubringen; 9) in medicinischer Beziehung, als äußerliches Mittel bei gewissen Hautkrankheiten, und innerlich den übrigen Mineralsäuren ähnlich, vorzüglich bei fauligen und nervösen Fiebern.

Von ihren Salzen findet der Salpeter die häufigste Anwendung; 1) er bildet den Hauptbestandtheil des Schießpulvers, dessen Kraft sich aus den vielen, sich bei der Verpuffung entwickelnden Gasarten erklärt, deren gemeinschaftliches Volumen 3075mal größer ist, als der Raum, den das Schießpulver vorher einnahm. In chemischer Beziehung dient er 2) zur Bereitung der Salpetersäure, 3) des basisch kohlensauren Kalis, wenn er mit Weinstein verpufft wird; 4) zum Verbrennen des Kohlenstoffs und Bestimmung seiner Menge, wenn dieser ohne Wasserstoff mit einem fixen Bestandtheil, wie im Graphit mit Eisen, in der Kohlenblende mit Silicium verbunden ist; 5) in den Haushaltungen wird er zum Einsalzen von Fleisch benutzt; 6) in der Medicin als ein Hauptmittel in entzündlichen Krankheiten.

Der cubische Salpeter verpufft mit Kohle und Schwefel langsamer, als der gewöhnliche Salpeter; er brennt mit schöner pomeranzengel ber Farbe.

Der salpetersaure Baryt brennt mit schöner grüner Flamme, wenn 77 Theile dieses Salzes, mit 13 Theilen Schwefelblumen, 5 chlorsaurem Kali, 3 Holzkohle und 2 Theilen metallischem Arsenik gemischt, entzündet werden.

Der Höllenstein ist als äußerliches Medicament bekannt.

Das salpetersaure Blei findet als Reagens, vorzüglich zur Bestimmung der Eigenthümlichkeit mancher animalischen und vegetabilischen Substanzen vielfache Anwendung.

b) Die salpetrige Säure, (Acidum nitrosum $= AO^4$).

§. 398. Sie ist gewöhnlich gasförmig, läßt sich aber auch bei gewöhnlicher Temperatur und beim gewöhnlichen Druck der Luft, in tropfbarflüssige Form bringen. In der letztern Form kocht sie bei 22,6 R. und verwandelt sich in dunkelrothe Dämpfe, in der Temperatur von 12 bis 22° R. ist sie orangengelb, beim Eispunkt fahlgelb, bei einer Kälte von —16° R. farblos, bei 32° R. gefriert sie. Ihr Geruch ist sehr stark, ihr Geschmack caustisch, ihr spec. Gewicht 1,451; sie färbt die Haut gelb und zerstört sie; sie greift sämmtliche verbrennliche Körper an, welche die Salpetersäure anzugreifen vermag; sie oxydirt die Metalle leichter, als die concentrirte Salpetersäure; mit Salzbasen geht sie keine Verbindung ein, sie zersetzt sich vielmehr bei Berührung mit denselben sogleich in Salpetersäure und untersalpetrige Säure.

Vorkommen und Bereitung. §. 399. In der Natur würde sie bis jetzt noch nicht gefunden, sie bildet sich, wenn man Salpetersäure stark erhitzt; man bereitet sie am besten aus neutralem salpetersauren Blei, welches man bei stark erkälteter Vorlage destillirt.

c) Rauchende Salpetersäure (Spiritus nitri fumans).

§. 400. Die rauchende Salpetersäure ist eine Verbindung der salpetrigen Säure mit Salpetersäure, die je nach dem verschiedenen Gehalt an salpetriger Säure gelb, orange, roth, braunroth ist und an der Luft rothe Dämpfe entwickelt; durch Verdünnung mit Wasser wird sie zuerst gelb, dann grün, hierauf blau, und endlich verschwindet die Farbe, wobei ein Theil der salpetrigen Säure zersetzt wird. Bereitet man Salpetersäure durch Destillation des Salpeters mit Schwefelsäure, so geht desto mehr salpetrige Säure mit über, je weniger Wasser zugegen ist.

Von den Säuren des Chlors.

§. 401. Das Chlor bildet mit dem Sauerstoff 3 Säuren, die chlorige Säure, die Chlor- und Ueberchlorsäure: mit 2 Maaß Chlor sind in der chlorigen Säure 3 Maaß, in der Chlorsäure 5 und in der Ueberchlorsäure 7 Maaß Sauerstoff enthalten, indeß läßt sich keine dieser Verbindungen auf directem Wege darstellen. Die Chlorsäure wurde sonst die oxygenirte, die Ueberchlorsäure die überoxydirte Salzsäure genannt. Die wichtigste dieser Verbindungen ist die Chlorsäure.

Die Chlorsäure, (Acidum chloricum = $Ch.O^5$).

Vorkommen und Bereitung. §. 402. Die Chlorsäure kommt nicht in der Natur vor, weder frei, noch an einen andern Körper gebunden, sie entsteht, wenn ein Strom Chlorgas in Wasser geleitet wird, worin Kali, Natron oder eine andere starke Salzbasis gelöst ist. Wenn kein Chlorgas mehr verschluckt wird, haben $\frac{5}{6}$ des Kalis mit Chlor zu Chlorkalium sich verbunden und ihren Sauerstoff an das übrige Chlor zur Bildung der Chlorsäure abgegeben, welche mit dem letzten $\frac{1}{6}$ Kali zu chlorsaurem Kali sich verband. Dieses Salz ist im Wasser schwerlöslich, krystallisirt folglich am ersten aus der Flüssigkeit, in glänzenden, schuppigen Blättern, heraus und kann leicht gesammelt werden.

Die Chlorsäure kann daraus durch Kieselfluorkalium geschieden, jedoch, ohne Zersetzung, vom Wasser nicht getrennt werden; bis zur Syrupdicke concentrirt, ist die Verbindung farbenlos, fast ohne Geruch, von sehr saurem Geschmack, sie röthet zuerst das Lackmuspapier und bleicht es hierauf; bei der Destillation zersetzt sich die Säure in Chlorgas, Sauerstoffgas und Ueberchlorsäure.

Chlorsaure Salze u. ihre Anwendung. §. 403. Größere Wichtigkeit, als die Säure, haben ihre Salze, sonst oxygenirt salzsaure Salze genannt. Für sich erhitzt, entwickeln sie viel Sauerstoffgas, indem sowohl

die Säure, wie auch die Basis, ihren Sauerstoff abgeben, um mit einander zu Chlormetallen sich zu verbinden, man erhält bis 39 Proc. Sauerstoffgas aus chlorsaurem Kali; mit Schwefel, Phosphor, Kohle und leicht oxydirbaren Metallen gemengt und erwärmt, oder zusammengerieben oder darauf geschlagen, wodurch eben auch Wärme entwickelt wird, entzünden sie sich mit starkem Knall und verbrennen, gleicherweise in Berührung mit starker Schwefelsäure.

Hierauf gründet sich die Anwendung solcher Gemenge, namentlich des chlorsauren Kalis, zur Anfertigung der sogenannten chemischen Zündhölzchen, zur Füllung der Zündhütchen für Percussionsgewehre, wozu indeß auch das weiter unten zu erwähnende Knallquecksilber gebraucht wird.

Aus chlorsaurem Kali, mit Kohle und Schwefel gemengt, kann ein Schießpulver bereitet werden, von viel stärkerer Wirkung als das gewöhnliche; aber auch von viel größerer Gefährlichkeit, wegen der Entzündbarkeit durch Druck und Reibung, bei dem Transport und selbst bei dem Gebrauch.

Ueberchlorsäure und chlorige Säure.

§. 404. Die wasserhaltige Ueberchlorsäure ist eine farbenlose Flüssigkeit von 1,65 spec. Gewicht, sie siedet bei $+ 200°$, zieht begierig Feuchtigkeit an, Papier entzündet sich, wenn es in den Dampf der siedenden Säure gehalten wird. Mit ihrem mehrfachen Gewicht Schwefelsäure destillirt, zersetzt sie sich großentheils in Chlor und Sauerstoff und nur ein Theil der Säure geht unzersetzt über.

Die chlorige Säure ist ein gelbes Gas von eigenthümlichem, chlorartigem Geruch, welches schon mit der Wärme der Hand oder in Berührung mit Kohle heftig explodirt und in Chlor- Sauerstoffgas sich zersetzt, ein Umstand, der bisher von einer genauern Untersuchung dieser Verbindung abgehalten hat.

6) Die Bromsäure (Acidum bromicum).

§. 405. Diese Säure ist eine Verbindung des von Balard entdeckten Broms mit Sauerstoff; sie besteht aus 1 Antheil Brom und 5 Antheilen Sauerstoff, oder dem Gewicht nach aus 65,1 Brom und 34,9 Sauerstoff; sie konnte bis jetzt gleichfalls nur in Verbindung mit Wasser dargestellt werden. — Sie schmeckt sehr sauer, aber keineswegs ätzend, röthet das Lackmuspapier anfangs stark, entfärbt es aber nach einiger Zeit, besitzt nur schwachen Geruch und bildet mit Alkalien und Metallen mehrere eigenthümliche Salze, welche sich in ihren Eigenschaften oft sehr den analogen Salzen des Chlors und Jods nähern; das bromsaure Kali zersetzt sich in der Hitze, sprüht auf glühenden Kohlen Funken, gepülvert mit Schwefelblumen gemischt verpufft es durch Stoß und Schlag.

§. 407. Man erhält diese Säure, wenn man im Wasser Bereitung. aufgelösten bromsauren Baryt mit verdünnter Schwefelsäure zusammenbringt; der Baryt wird durch die Schwefelsäure gefällt, und die

Bromsäure bleibt in der übrigen Flüssigkeit zurück; durch gelindes Abdampfen läßt sich nun der größte Theil des Wassers von der Säure verflüchtigen, wodurch sie Syrupsconsistenz erhält, setzt man das Abdampfen unter erhöhter Temperatur noch länger fort, so verfliegt ein Theil der Bromsäure und der andere zersetzt sich in Sauerstoff und Brom.

Die Säuren des Jods.

§. 407. Genauer sind nur zwei Verbindungen des Jods mit Sauerstoff gekannt, die Ueberjodsäure aus 1 Maaß Jodgas mit $3\frac{1}{2}$ Maaß Sauerstoff und die Jodsäure mit $2\frac{1}{2}$ Maaß verbunden.

Die Jodsäure (Acidum jodicum).

Sie wird auf gleiche Weise wie die Chlor- und Bromsäure hergestellt, hat einen sehr sauern adstringirenden Geschmack, ist farb- und geruchlos, röthet erst die Lackmustinctur und zerstört dann ihre Farbe; sie hat eine größere Dichtigkeit, als die Schwefelsäure, ist in der gewöhnlichen Temperatur fest, zieht Feuchtigkeit aus der Luft an und ist im Wasser sehr auflöslich; in höherer Temperatur zersetzt sie sich in Jod- und Sauerstoffgas.

Sie wirkt sehr stark auf brennbare Körper; vermengt man sie im trocknen Zustand mit Kohle, Schwefel, Zucker, Harzen und erhitzt die Gemische, so entstehen heftige Detonationen. Im Wasser aufgelöst, greift sie die meisten Metalle, selbst Gold und Platin an, sie bildet mit diesen, so wie auch mit den Alkalien und Erden, viele eigenthümliche Salze, welche im Wasser theils schwer, theils ganz unauflöslich sind, und sich durch bloßes Feuer zersetzen, wobei meist Jod und Sauerstoff entweicht; noch leichter geschieht ihre Zersetzung in der Hitze durch Berührung mit brennbaren Körpern.

8) Die Bor- oder Boraxsäure (Acidum boracicum $= BO^6$).

§. 408. Die Borsäure enthält 68,81 Proc. Sauerstoff oder 1 Antheil Bor und 6 Sauerstoff; sie ist im reinen Zustande fest, farblos, ohne Geruch, nur schwach sauer schmeckend, das Lackmuspapier nur mäßig röthend, im Wasser nur schwer auflöslich, Wasser von 8° R. löst nur den 35sten Theil seines Gewichts von dieser Säure auf, kochendes Wasser den 13ten Theil; läßt man eine durch warmes Wasser gebildete Auflösung erkalten, so krystallisirt ein Theil der aufgelösten Säure in kleinen Prismen, oder in breiten perlmutterartigen Blättchen, wenn sie mit etwas fettem Stoff verbunden ist, welches bei der aus indischem Borax bereiteten Säure gewöhnlich der Fall ist. — In starker Hitze schmilzt sie zu einem farblosen durchsichtigen Glas. — Die verglaste Boraxsäure hat ein spec. Gewicht von 1,803, die krystallisirte von 1,480; erstere ist ein Nichtleiter, letztere ein Leiter der Elektricität. — Die Verbindungen der Boraxsäure mit brennbaren Körpern ertheilen diesen oft die Eigenschaft, mit grüner Flamme zu brennen.

Vorkommen.

§. 409. Die Boraxsäure findet sich frei in der Natur. Im freien Zustande fand man sie in einigen Wassern Italiens, mit Bittererde und etwas Kieselerde verbunden im Boracit; in Verbindung mit Natron im Borax, welcher in mehreren Seen Indiens, namentlich in Tibet und an einzelnen andern Orten vorkommt.

Bereitung.

§. 410. Man löst Borax (basisch borsaures Natron) in $2\frac{1}{2}$ Theilen siedend Wasser auf, und setzt so lange Schwefelsäure zu, bis die Auflösung merklich sauer schmeckt; man läßt nun die Auflösung in gläsernen Gefäßen erkalten, wo sich dann die Boraxsäure in schuppenförmigen, weißen, glänzenden Krystallen absondert, die sich dann durch Filtriren von der Flüssigkeit trennen lassen.

Boraxsaure Salze.

§. 411. Die Borsäure bildet mit Basen verschiedene Salze, von welchen die mit Kali und Natron zu den auflöslichen gehören; die übrigen sind meist im Wasser unauflöslich; in hohen Temperaturen schmelzen sie sämmtlich zu glasartigen Körpern; angewandt wird bis jetzt von diesen Salzen nur der Borax. Er besteht im krystallisirten Zustand nach Leop. Gmelin aus 35,6 Borsäure, 17,8 Natron und 46,6 Wasser; er hat einen schwach alkalischen Geschmack, grünt stark den Veilchensyrup und krystallisirt in 6seitigen zusammengedrückten mit einer 3seitigen Pyramide zugespitzten Prismen von gallertartiger Durchscheinbarkeit; der krystallisirte Borax erfordert zur Auflösung 12 Theile kaltes und 2 Theile kochendes Wasser; in der Hitze schmilzt der Borax zuerst in seinem Krystallisationswasser, bläht sich auf und trocknet aus, wo er calcinirter Borax genannt wird; in der Rothglühhitze schmilzt er zu einem wasserhellen Glas.

Anwendungen.

§. 412. Die Boraxsäure und der Borax werden vorzüglich als Flußmittel gebraucht 1) bei Löthrohrversuchen; bringt man Metalloxyde mit Borax in der Hitze zusammen, so bilden verschiedene Metalloxyde verschieden gefärbte Glasperlen, wodurch sich einzelne Metalle von einander unterscheiden lassen; 2) zum Löthen der Metalle; diese müssen beim Löthen von Oxyden rein sein; der Borax verbindet sich theils mit den Oxyden, die sie in der Hitze bilden, theils verhindert er auch die Oxydation selbst durch Einhüllung des Metalls. 3) Dient er statt des Aetzkalis zum Aufschließen harter Steine, die den Säuren widerstehen; 4) wird er als Ingredienz zur Glasur für Porzellanarten gebraucht.

9) Die Selensäure und selenige Säure.

§. 413. Die selenige Säure enthält 40,436 und die Selensäure 60,654 Proc. Sauerstoff, beide sind dadurch merkwürdig, daß sie sich der schwefligen und Schwefelsäure und ihre Salze den schwefeligsauren und schwefelsauren Salzen ganz ähnlich verhalten. Die Selensäure ist geruchlos, von sehr saurem Geschmack, röthet das Lackmuspapier stark, in einer Retorte erhitzt, verwandelt sie sich zu einem dunkelblauen Glas, welches sich im Hals der Retorte ver-

dichter, auch in hoher Temperatur wird sie nicht zersetzt; sie zieht etwas Feuchtigkeit aus der Luft an und ist in Wasser und Weingeist auflöslich.

§. 414. Sie bildet mit Erden, Alkalien und Metallen viele Salze (Selenite), unter welchen sich sowohl basische, neutrale, als saure finden; letztere sind sämmtlich in Wasser auflöslich; die neutralen und basischen sind unauflöslich, ausgenommen die von Kali, Natron und Ammoniak. Keines dieser Salze wurde bis jetzt in der Natur gefunden, auch kennt man von ihnen keine Anwendung.

10) Die Kieselsäure.

§. 415. Das gesauerstoffte Silicium (Kieselerde) ist eine, obgleich nur schwache Säure, mit Kali, Natrum schmilzt sie zu Glas. In der Natur wird sie mit Kalk-, Talg- und Thonerde als Basen in Verbindung gefunden, welche Verbindungen Kalk-, Talg- und Thonsilikate genannt und als Salze betrachtet werden. Eine nähere Erwähnung verdienen die Kunsterzeugnisse aus Kieselsäure und Kali, das Glas, die Kieselfeuchtigkeit und das Wasserglas.

1) Werden 3 Theile Kieselerde mit einem Theil Kali zusammengeschmolzen, so erhält man das Glas, dessen Güte und Reinheit vorzüglich von der Reinheit und dem gehörigen Verhältniß der Ingredienzen abhängt; auch Natron bildet auf diese Art Glas.

2) Wird ein Theil Kieselerde mit 3 Theilen Kali geschmolzen, so erhält man eine weißlichgraue opalisirende Masse, welche in Wasser auflöslich ist und die Kieselfeuchtigkeit darstellt; verdünnte Säuren fällen aus ihr die Kieselerde in Form einer Gallerte; ist sie mit mehr als 24 Theilen Wasser verdünnt, so erscheint der Niederschlag erst beim Abdünsten; im frisch gefällten Zustand ist die Kieselerde in 600 Theilen Wasser auflöslich.

3) Eine dritte, zwischen Glas und Kieselfeuchtigkeit in der Mitte stehende Verbindung bildet das von Fuchß in München entdeckte Wasserglas *). Man erhält es, wenn man 10 Theile Potasche mit 15 Theilen Quarz und einem Theil Kohle, gut gemengt, bei starker Hitze in einem feuerfesten Tiegel zu einer gleichartigen Masse schmilzt. Um diese Masse (das sogenannte Wasserglas) wie einen Firniß und als Schutzmittel gegen Feuer auf Holz und Leinwand auftragen zu können, löst man es im gepülverten Zustande nach und nach in 4—5 Theilen siedendem Wasser unter beständigem Umrühren auf, wobei das Sieden 3—4 Stunden lang fortgesetzt wird, bis die Auflösung die Consistenz eines dünnen Syrups von 1,25 spec. Gewicht erreicht hat; sie besitzt in diesem Zustand einen schwach alkalischen Geschmack, ist etwas klebrig und enthält 28 Procent wasserfrein

*) Sieh Dinglers polytechnisches Journal 17ter Bd. 1825. Seite 465, und Kastners Archiv für Naturkunde 5ter Band S. 385—412.

Glasmasse, trocknet, auf andere Körper gestrichen, sich bei der gewöhnlichen Temperatur bald aus, und bildet einen firnißartigen Ueberzug, der im ausgetrockneten Zustand aus 62 Procent Kieselerde, 26 Procent Kali und 12 Procent Wasser besteht.

§. 416. Die Kieselerde bildet den überwiegenden Bestandtheil der Gebirgsarten unseres Erdkörpers, welche sonst für die ältesten Bildungen galten; des Granits, Gneißes, Glimmerschiefers und anderer; am reinsten findet sie sich im Bergkrystall, weißen Quarz, Quarzsand, auch im Calcedon, Feuerstein, Opal und in vielen Edelsteinen bildet sie den überwiegenden Bestandtheil; in Verbindung mit Thonerde findet sie sich in jedem Thon; im aufgelösten Zustande hier und da in Quellen, namentlich in den heißen Quellen Islands, in den Mineralquellen zu Carlsbad und in sehr geringer Menge auch in vielen andern Mineralquellen. In den Pflanzen findet sich vorzüglich in dem Oberhäutchen mancher rauh anzufühlenden Schilfarten etwas Kieselerde; im thierischen Körper fand man sie in den Zähnen, im Harn, in den Blasensteinen u. s. w.

Vorkommen in der Natur.

§. 417. Die Anwendungen sind sehr mannigfaltig.

Anwendungen.

1) Im reinen Zustand als Bergkrystall, und in den schöner gefärbten Quarzarten, als Calcedon, Carneol, Achat, dient sie zu Verzierungen und Gefäßen, namentlich zu Reibschalen.

2) Sie bildet die Hauptmasse der Feuersteine und vieler Bausteine; als Kies giebt sie ein gutes Material zum Chausseebau.

3) Mit Kali oder Natron geschmolzen, dient sie zu Bereitung des Glases, der Kieselfeuchtigkeit, des Wasserglases, der verschiedenen Glasflüsse und künstlichen Edelsteine.

4) Mit Thon gemengt und geschmolzen, dient sie zur Bereitung der Ziegeln und der verschiedenen gebrannten Waaren, vom gewöhnlichen Töpfergeschirr bis zum feinsten Porzellan.

5) Mit reinem Kalk bildet sie den gewöhnlichen Mörtel; in Verbindung mit Thonerde und Kalk zugleich in gehörigem Verhältniß geglüht, bildet sie hydraulische Mörtel.

6) Die Kieselfeuchtigkeit dient als Reagens auf Gummi, womit sie einen Niederschlag bildet.

Zweite Unterabtheilung.

Von den Wasserstoffsäuren.

§. 418. Chlor, Brom, Jod und Fluor haben das Eigenthümliche, daß sie auch mit dem Wasserstoff Säuren bilden, welche im Geschmack und in ihren Wirkungen auf Pflanzenfarben von den Sauerstoffsäuren sich nicht unterscheiden. Nur darin unterscheiden sie sich von diesen: daß sie mit basischen Oxyden sich nicht verbinden können, sondern mit ihnen sich zersetzen; und zwar auf die Weise, daß der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Oxyds Wasser und ihr Radical mit dem entsauerstofften Metall eine Verbindung eingeht, welche einem mit Sauerstoffsäuren gebildeten Salze voll-

könmen ähnlich ist. Zum Unterschied von jenen werden dergleichen Verbindungen Haloidsalze genannt. Soll z. B. Chlorwasserstoffsäure mit Kali (Kaliumoxyd) verbunden werden, so verbindet sich der Sauerstoff des Kaliums mit dem Wasserstoff der Säure zu Wasser und das reducirte Kalium mit Chlor zu Chlorkalium, eben so Natrum (Natriumoxyd) zu Chlornatrium (Kochsalz).

Auch der Schwefel bildet mit Wasserstoff eine Säure, welche mit Schwefelmetallen Schwefelsalze und mit basischen Oxyden Schwefelmetalle darstellt, welche mit jenen Haloidsalzen keine Aehnlichkeit haben.

Die Wasserstoffsäuren haben nicht, wie die Sauerstoffsäuren, mehre Säuerungsstufen, jedes Radical bildet nur Eine Säure; aber es giebt Wasserstoffsäuren mit einfachem und andere mit zusammengesetztem Radical.

1) Die Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure (Acidum hydrochloricum seu. muriaticum = H. Ch.).

§. 419. Die Salzsäure besteht aus gleichen Raumtheilen Chlor und Wasserstoffgas ohne Verdichtung eines dieser Bestandtheile; sie ist im reinen Zustand ein farbloses Gas, welches weiße Dämpfe an der Atmosphäre verbreitet, stark Lackmus röthet, brennende Körper auslöscht, ein spec. Gewicht von 1,247 besitzt, das der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt, von starkem stechenden Geruch ist; unathembar, selbst bei einer Kälte von — 40° R. noch gasförmig bleibt; durch Anwendung von Druck und Kälte zugleich geht sie in tropfbar flüssige Form über; mit dem Wasser verbindet sich die gasförmige Säure leicht, bei 16° R. nimmt Wasser 464 Raumtheile oder ¾ seines Gewichts davon auf, und bildet so die gewöhnliche flüssige Salzsäure; diese besitzt im concentrirten Zustand ein spec. Gewicht von 1,2019, wenn das des Wassers = 1 gesetzt wird.

Vorkommen. §. 420. Das Radical der Salzsäure ist in der Natur sehr verbreitet, jedoch in Verbindung mit andern Körpern, namentlich häufig an Natrium gebunden in den Salzsoolen, im Meerwasser und Steinsalz, auch an das Metall der Kalk- und Bittererde, gasförmig fand man die Salzsäure in den Dämpfen und dem Wasser vulkanischer Gegenden; in geringer Menge auch in der Luft in der Nähe von Meeren und Salinen.

Bereitung. §. 421. Man erhält das salzsaure Gas, wenn man auf 8 Theile getrocknetes pulverförmiges Kochsalz 2 Theile concentrirte Schwefelsäure gießt und die Mischung in einer Retorte gelind erwärmt, die Entwicklung des Gases geht rasch von Statten, indem das ausgetriebene Chlor dem Wasser der Schwefelsäure den Wasserstoff entreißt, dessen Sauerstoff mit dem Natrium des Kochsalzes zu Natriumoxyd sich verbindet, um mit der Schwefelsäure schwefelsaures Natrum zu bilden. Es läßt sich nur unter Quecksilber gasförmig aufsammeln; durch Berührung mit Wasser erhält man die flüssige Salzsäure.

§. 422. Werden Metalle, Kalium, Natrium, Eisen, Zinn, Zink u. s. w. mit salzsaurem Gas in Berührung gebracht, so wird Wasserstoff entbunden: es zersetzt sich nämlich das salzsaure Gas, die Hälfte seines Volumens, das Chlor, verschwindet, indem es sich mit dem Metall verbindet und dessen Wasserstoff wird frei. In Berührung mit basischen Oxyden wird der Wasserstoff der Salzsäure nicht frei, er verbindet sich mit dem Sauerstoff des Oxyds zu Wasser und das Chlor mit so viel des entsauerstofften Metalls, als dessen Sauerstoff ausreicht, den Wasserstoff der Salzsäure zu sättigen. Jenachdem das gesauerstoffte Metall ein Oxidül oder Oxyd war, wird die neue Verbindung entweder Chlorür oder Chlorid genannt. Wie das salzsaure Gas verhält sich auch die flüssige Salzsäure.

Folgende Uebersicht giebt die wichtigern dieser Chlorverbindungen, nach ihrer jetzigen und sonstigen Benennung:

1) Chlorkalium, sonst salzsaures Kali, Digestivsalz. Es ist farbenlos, von scharfem Geschmack, krystallisirt in Würfeln und 4seitigen Säulen, selten in Octaedern, die Krystalle verknistern im Feuer.

2) Chlornatrium, Kochsalz, sonst salzsaures Natron. Es enthält kein Krystall-, aber etwas Decrepitationswasser, krystallisirt in Würfeln, in Octaedern, ist in der Siedhitze weniger auflöslich, als in gewöhnlicher Temperatur, eine gesättigte Lösung enthält bei 15° R. 27,4 Procent Kochsalz.

3) Chlorcalcium, sonst salzsaurer Kalk. Von stechend-bitterem Geschmack, ist sehr zerfließlich und in der Hälfte seines Gewichts Wasser auflöslich, schwer krystallisirbar, in 6seitigen Prismen, Kommt in Mineralwassern nicht selten vor.

4) Chlormagnium, sonst salzsaure Bittererde. Hat einen salzig bittern Geschmack, ist zerfließlich, in Nadeln schwer krystallisirbar.

5) Chlorbaryum, sonst salzsaurer Baryt. Scharf, bitter und unangenehm schmeckend, Ekel erregend und giftig wirkend.

6) Salzsaures Ammoniak, Salmiak, (kann, wegen seines chemischen Verhaltens, auch als Chlorammonium betrachtet werden). Weiß, von scharfem stechendem Geschmack, in kleinen haar-, nadel- und pyramidenförmigen Krystallen, in warmem Wasser löslicher als in kaltem.

7) Chlorzinn, sonst salzsaures Zinn (Spiritus fumans Libavii,) wasserhell, sehr flüchtig, von widerlich stechendem Geruch, verbindet sich mit $\frac{1}{4}$ seines Gewichts Wasser zu einer krystallinischen schmelzbaren Masse, krystallisirt mit Wasser in großen, klaren Krystallen, Zinnsalz, in welchem Zustand es in Färbereien gebraucht wird.

8) Chlorsilber, Hornsilber, natürlich und durch Kunst. Weiß, geschmacklos, im Wasser gänzlich unlöslich, am Lichte schnell violett und schwarz werdend.

9) Chlorquecksilber. a) als Chlorür, Calomel (Mercurius dulcis), b) als Chlorid, Quecksilbersublimat. Jenes eine weiße, sehr krystallinische Masse, in Wasser unlöslich, geschmacklos; das Chlorid aus einer wässerigen Lösung in langen, weißen Nadeln krystallisirbar, höchst giftig. Eiweiß das beste Gegenmittel.

Anwendungen. §. 423. Die Salz- oder Hydrochlorsäure hat sehr viele Anwendungen; sie dient

1) zur Auflösung vieler Erden und Steine und einzelner Metalloxyde, um diese von andern in ihr unauflöslichen Stoffen zu trennen.

2) Zur Bereitung des Königswassers oder der Salpetersalzsäure, eines Gemisches der Salzsäure und Salpetersäure; beide Säuren werden dabei zum Theil zersetzt; der Wasserstoff der Salzsäure verbindet sich mit dem Sauerstoff der Salpetersäure zu Wasser, und das Chlor und die salpetrige Säure geben eine nähere Verbindung zum Königswasser ein, welches die Fähigkeit hat, fast alle Metalle, selbst Gold und Platina, aufzulösen.

3) Als das empfindlichste Reagens für Silber, dessen Salze auch bei sehr hohem Grad der Verdünnung damit noch eine milchige Trübung geben, die sich im Sonnenlicht rothbraun färbt; auch Quecksilbersalze geben noch bei hohem Grad der Verdünnung eine Trübung.

4) Als Erkennungsmittel von reinem und kohlensaurem Ammoniakgas, welches bei der Berührung mit Salzsäure starke weiße Nebel (Salmiak) bildet.

Von Chlorverbindungen ist 1) das Kochsalz einer der allgemeinsten, die Verdauung befördernden Zusätze zu den Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere; es dient zur Düngung gewisser Erdarten, zur Glasur mancher Töpferarten, zur Bereitung der Salzsäure, des Chlors, Natrons und zu verschiedenen chemischen und technischen Operationen zur Abscheidung des Silbers aus seinen sauren Auflösungen.

2) Das Chlorkali dient als kühlendes Medicament und zu einzelnen chemischen Operationen, namentlich zur Entdeckung der Weinsteinsäure.

3) Der Salmiak dient, um Metalle blank zu machen, wie das Kupfer, wenn es verzinnt werden soll, zur Darstellung des reinen Ammoniaks, zur Abscheidung der Thonerde aus ihrer Auflösung in Aetzkali; auch in der Färberei wird er nicht selten gebraucht; in der Medicin dient er als reizendes Medicament für Brust- und Unterleibsorgane.

4) Die salzsaure Kalkerde oder Chlorcalcium und Chlormagnium ertheilen Salzen, denen sie beigemischt sind, die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Luft an sich zu ziehen; dem Boden beigemischt dienen sie als reizende Düngungsmittel; sie finden sich nicht selten in Brunnen- und Mineralwassern.

5) Das Chlorzinn wird vorzüglich als Beize in der Scharlachfärberei angewandt.

6) Die Quecksilberchlorpräparate gehören, zweckmäßig angewandt, zu den wirksamsten Medicamenten; unrichtig angewandt können sie leicht schädlich, der Sublimat selbst giftig wirken.

2) Die Bromwasserstoffsäure oder Hydrobromsäure.

§. 424. Sie besteht aus gleichen Theilen Wasserstoffgas und Bromdämpfen, dem Volumen nach ohne Vergrößerung oder Verminderung des Volumens, sie ist gasförmig, sehr auflöslich in Wasser, mit welchem sie die flüssige Bromwasserstoffsäure darstellt; diese ist farblos, vollkommen sauer schmeckend; an der Luft weiße Dämpfe ausstoßend, die dichter sind, als die, welche sich unter gleichen Umständen aus der Salzsäure entwickeln, sie besitzen einen stechenden Geruch und reizen sehr zum Husten.

Bereitung. §. 425. Man erhält diese Säure, wenn man in ein Gemeng von Wasserstoffgas und Bromdämpfen einen glühenden Eisendraht bringt, es erzeugt sich in diesem Fall rings um den heißen Körper gasförmige Bromwasserstoffsäure, ohne daß sich jedoch diese Wirkung auf die ganze Masse, wie bei Chlor und Wasserstoff, fortpflanzt. Man erhält diese Säure auch, wenn man Jodwasserstoff, Schwefelwasserstoff oder Phosphorwasserstoffgas durch Brom zersetzt, wobei die Dämpfe von Jod, Schwefel oder Phosphor niedergeschlagen werden.

Bromwasserstoffsaure Salze. §. 426. Die Bromsäure bildet mit Metallen und Salzbasen viele Salze, wobei sich das Brom gegen diese Körper dem Chlor ähnlich verhält; es bilden sich Brommetalle.

3) Die Jodwasserstoffsäure, Hydrojodsäure (Acidum hydrojodicum = J. H.).

§. 427. Die Jodwasserstoffsäure besteht, wie die Bromwasserstoffsäure, aus gleichen Theilen Wasserstoffgas und Joddunst ohne Verdichtung; sie bildet ein farbloses Gas von scharfem sauern Geschmack und sehr stechendem Geruch, welches die Lackmustinctur stark röthet, brennende Körper schnell auslöscht und weiße Dämpfe an der Luft verbreitet, welche eine Dichtigkeit von 4,4288 besitzen, die der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt. Mit Chlor in Berührung gebracht, giebt dieses Gas seinen Wasserstoff an das Chlor ab, welches dadurch zu Salzsäure wird, während sich zugleich schöne violette Joddämpfe bilden, welche sich niederschlagen; vom Wasser wird diese Säure schnell absorbirt.

Bereitung. §. 428. Man erhält diese Säure gasförmig, wenn man Jodphosphorid, aus 1 Theil Phosphor mit 8 Theilen Jod bereitet, mit Wasser befeuchtet und gelind erhitzt, wodurch das Wasser zersetzt wird und Jodwasserstoffgas entweicht, während die sich bildende phosphorige Säure zurückbleibt.

§. 429. Die Jodwasserstoffsäure verhält sich den Metallen und basischen Oxyden gegenüber, wie die Chlorwasserstoffsäure und Jodmetalle sind den Chlormetallen ganz ähnlich.

Anwendungen. §. 430. Das Jodkalium dient als Reagens, um durch eigenthümlich gefärbte Niederschläge das Daseyn gewisser Salze zu entdecken; Quecksilberprotoxydsalze werden dadurch gelbgrünlich, Quecksilberdeutoxydsalze scharlachroth, Bleisalze pomeranzengelb, Silbersalze gelblich weiß, Wißmuthsalze kastanienbraun gefällt.

4) Die Selenwasserstoffsäure, Hydroselensäure (Acidum hydroselenicum = H. Se.).

§. 431. Die Selenwasserstoffsäure ist gasförmig, farblos, röthet das Lackmuspapier, ihr Geruch ist anfangs ähnlich dem von Schwefelwasserstoffgas, geht aber bald ins stechend Adstringirende, Schmerzhafte über; es erregt heftige Hustenanfälle. Diese Säure löst sich in Wasser auf, welches dadurch einen dem schwefelwasserstoffhaltigen Wasser ähnlichen Geruch und Geschmack erhält, Lackmus röthet und die Haut braun färbt. Man erhält diese Säure, wenn man Eisenselenit mit flüssiger Salzsäure behandelt, und übrigens verfährt, wie bei der Bereitung von Schwefelwasserstoffgas.

Selenwasserstoffsaure Verbindungen.

§. 432. Die Selenwasserstoffsäure verbindet sich wie die Schwefelwasserstoffsäure mit Schwefelmetallen, so mit den alkalischen Selenmetallen. Selenkalium ist, wie das Schwefelkalium, im Wasser löslich.

5) Die Fluß- oder Fluorwasserstoffsäure. (Acidum Fluoricum).

§. 433. Diese Säure besteht aus gleichen Gewichtstheilen Fluor und Wasserstoff. Sie ist tropfbar, wasserhell, die Lackmustinctur sehr stark röthend, von sehr durchdringendem stechenden Geruch und eigenthümlichem widrigen Geschmack; sie besitzt unter allen Säuren die stärksten ätzenden Wirkungen, wirkt auf die thierischen Gewebe sehr heftig, desorganisirt die Haut. Ihr spec. Gewicht ist 1,0609, sie gefriert noch nicht bei — 40° R, sie verflüchtigt sich leicht in weißen dichten Dämpfen, die durch Abkühlung wieder tropfbar werden; mit Wasser verbindet sie sich leicht, mit der Kieselerde bildet sie einen gasförmigen Körper, (Fluorkieselgas genannt) wodurch sie sich zum Aetzen auf Glas anwenden läßt; auf mehrere Metalle, Blei, Silber, hat sie im reinen Zustande keine Wirkung.

Vorkommen.

§. 434. Bis jetzt würde die Flußsäure nur in Verbindung mit Calcium im Flußspath, in Verbindung mit Thon- und Kieselerde im Topas und in Verbindung mit Natron und einigen Erden und Oxyden angetroffen; in geringer Menge fand man sie in den Knochen und vorzüglich im Schmelz der Zähne und in einzelnen Mineralwassern.

Bereitung.

§. 435. Man erhält die Flußsäure aus dem Flußspath, wenn man diesen im pulverisirten Zustande mit Schwefelsäure übergießt, wobei sich diese mit dem Kalk verbindet und die Flußsäure sich in Dämpfen entwickelt; da sie das Glas angreift, so müssen zu ihrer Bereitung bleierne Retorten angewandt werden, auch läßt sie sich nur in metallenen Gefäßen aufbewahren; silberne Gefäße haben hierzu den Vorzug vor andern.

Wird Fluorkieselgas in Wasser geleitet, so setzt sie einen Theil Kieselerde, (Kieselsäure) gallertartig ab, mit dem Rest bildet die

Fluorwasserstoffsäure eine schwachrauchende, sehr saure Flüssigkeit; die Kieselfluorwasserstoffsäure. Die wichtigste Verbindung ist der Flußspath, Fluorcalium.

Anwendung.

§. 436. Der Flußspath wird vorzüglich zum Aetzen auf Glas benutzt; man überzieht zu diesem Zweck das Glas zuerst mit einem aus 3 Theilen Wachs und einem Theil Terpentin bestehenden Firniß, gräbt dann mit einer Nadel oder Grabstichel die verlangte Zeichnung bis auf die Oberfläche des Glases und füllt die vertieften Striche mit Flußspathsäure aus, welche mit dem 5 bis 6fachen Gewicht Wasser verdünnt ist, oder setzt sie dem Dampf dieser Säure aus, indem man auf einen Theil pulverisirten Flußspath 2 Theile Schwefelsäure gießt und die Mischung mäßig erwärmt.

Sechster Abschnitt.

Von der atmosphärischen Luft und dem Wasser, als den allgemeiner verbreiteten gewichtigen Substanzen der freien Natur.

1) Von der atmosphärischen Luft.

§. 437. Die atmosphärische Luft ist eine sehr zusammengesetzte elastische Flüssigkeit. Ihre wesentlichen Bestandtheile sind 79 Raumtheile Stickstoffgas und 21 Sauerstoffgas mit etwas Kohlensäure und Wasserdünsten, welchen in sehr geringer Menge oft noch verschiedene andere Stoffe beigemengt sind, indem sie überhaupt alle Stoffe enthalten kann, welche vermögend sind, sich bei der gewöhnlichen Temperatur zu verflüchtigen; feine organische Stoffe des Thier- und Pflanzenreichs und verschiedene luft- und dunstförmige Produkte chemischer Processe überhaupt verunreinigen daher häufig ihre untern Schichten; in der Nähe von Salinen und Meeren bemerkt man in ihr häufig Spuren von Salzsäure, auch im Regenwasser selbst lassen sich immer kleine Spuren von Salzen nachweisen. — Die ungewichtigen Stoffe: Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus, durchdringen zugleich immer die Atmosphäre in sehr verschiedenen Abänderungen der Stärke.

Physische Eigenschaften d. atm. Luft.

§. 438. Die atmosphärische Luft ist durchsichtig, unsichtbar, in kleinen Massen farblos, geruch- und geschmacklos; sie besitzt Schwere, Zusammendrückbarkeit und vollkommene Elasticität; nur durch sehr großen Druck läßt sie sich nach Perkins *) in eine kleine Portion Flüssigkeit verwandeln. Ihre Dichtigkeit nimmt in der Höhe in einer geometrischen Progression ab, sie umgiebt die Oberfläche der Erde in einer Höhe von etwa 10 Meilen, wenigstens

---

*) Edimburg. phil. Journal N. XVIII. und Frorieps Notizen 5ter Band Seite 264.

ist sie in dieser Höhe so dünn, daß sie das Licht nicht mehr zurückzuwerfen im Stande ist.

Schwere und Druck d. atm. Luft

§. 439. Die Schwere der atmosphärischen Luft läßt sich durch viele Erscheinungen nachweisen; füllt man eine Glasröhre, welche auf der einen Seite geschlossen ist, mit Wasseroder einer andern Flüssigkeit, und stellt sie umgekehrt in diese, so bleibt dieses innen in der Röhre höher, als außen stehen, und erniedrigt sich nur dann bis auf das äußere Niveau, wenn die Luft oben durch eine Oeffnung in die Röhre eindringen kann; füllt man auf diese Art eine etwa 30 Zoll lange Röhre mit Quecksilber, so erhält man ein Barometer, dessen nähere Beobachtung uns zeigt, daß der Druck der Luft nicht immer derselbe ist, und häufig mit den Niederschlägen aus der Atmosphäre in naher Beziehung steht, wovon in der Meteorologie im 2ten Band der Encyklop. Seite 10 — 19 schon näher die Rede war.

Die atmosphärische Luft ist bei einem Barometerstand von 76 Centimetern oder 28 par. Zoll 1,267 Lin. und einer Temperatur von 3,2° R 781 mal leichter, als Wasser, und 16391 mal leichter, als Platin; bei 28 p. Zoll Barometerstand und 0° R ist sie 10494 mal leichter, als Quecksilber. Ein pariser Cubikschuh atmosphärische Luft hat nach den Untersuchungen von Arrago, Biot und Gay-Lussac bei 28 Zoll Barometerhöhe und 0° R ein Gewicht von 715,37 Gran nürnb. med. Gewicht oder 100 p. Cubikzoll derselben wiegen 41,4 Gran.

Einfluß des Drucks d Luft auf ihr Gew. u. Volumen.

§. 440. Wird die Luft in einem Gefäß zusammengedrückt, so vermindert sich ihr Volumen in demselben Verhältniß, wie sie durch ein größeres Gewicht zusammengepreßt wird; das Volumen, welches eine Luft einnimmt, steht so immer im umgekehrten Verhältniß mit dem auf ihr lastenden Druck; ein Gesetz, welches für alle Gasarten gilt. Um daher zu finden, welchen Raum eine bestimmte Menge Luft bei einem andern Druck der Luft einnehmen wird, hat man nur das 4te Glied einer umgekehrten Proportion zu suchen, deren 3 erste Glieder aus Zahlen bestehen, welche die beiden Druckgrößen ausüben und aus dem, welches den Ausdruck für das Volumen giebt. Gesetzt, man habe 100 Cubikzoll Luft bei 28 Zoll Barometerhöhe, das Barometer sinke aber um 2 Zoll, so werden die 100 Cubikzoll dadurch ein Volumen von 107,7 erhalten ($26 : 28 = 100 : x$ und $x = 107,7$). — Hatten die 100 Cubikzoll bei 28 Zoll Barometerhöhe ein Gewicht von 41,4 Gran, so werden 100 Cubikzoll der ausgedehntern dünnern Luft in dem gleichen Verhältniß leichter sein, und ihr Gewicht wird daher nur 38,4 Gr. betragen ($107,7 : 100 = 41,4 : x$ und $x = 38,4$). Das Gewicht dieser dünnern Luft wird sich daher auch unmittelbar aus dem Verhältniß der beiden Barometerstände ableiten lassen ($28 : 26 = 41,4 : 38,4$).

§. 441. Die Luft dehnt sich durch die Wärme aus, und zieht sich in der die Kälte zusammen; bei demselben Druck der Luft ist das Gewicht eines bestimmten Volumens bei einer höhern Temperatur geringer, bei einer niedern größer. Wird das Volumen, welches eine Luft beim Eispunkt hat, = 1 gesetzt; so dehnt sich nach den Versuchen von Davy und Berzelius die Luft für jeden Grad des 80theiligen Thermometers um $\frac{1}{213}$ des Volumens aus, welches sie beim Eispunct hatte, und ihr Gewicht wird daher in demselben Verhältniß geringer.

Einfluß der Temperatur auf ihr Gew. u. Volumen.

§. 442. Aus diesen 2 erwähnten Gesetzen läßt sich das Gewicht eines pariser Cubikschuhs reiner trockner Luft für die gewöhnlich in Deutschland vorkommenden Temperaturen und Barometerstände leicht berechnen. Da die Kenntniß dieses Gewichts in vielen Verhältnissen von Wichtigkeit ist, so theilen wir es in folgender Tafel, nach Granen des nürnb. med. Gewichts berechnet, mit.

Gewicht eines Cubikschuhs Luft bei den gewöhnlich vorkommend. Temperaturen u. Barometerständen.

Bei Druck d. Luft von Z. L.	Gewicht eines paris. Cubikschuhs atmosphär. Luft bei folgenden Temperaturen.												Mittlere Differenz f. 1 Gr. R.
	+30°	+25°	+20°	+15°	+10°	+5°	0°	−5°	−10°	−15°	−20°	−25°	
28,6	625,5	643,6	659,7	676,7	693,8	710,9	728,0	745,0	762,1	779,2	796,3	813,4	3,41
28,0	614,8	631,6	648,3	665,1	681,8	698,6	715,3	732,1	748,9	765,5	782,3	799,1	3,36
27,6	603,6	620,1	654,5	653,0	669,5	686,1	702,5	718,9	735,4	752,0	786,1	784,9	3,30
27,0	592,7	608,8	625,0	641,2	657,4	673,5	689,7	705,9	722,0	738,2	754,4	770,5	3,23
26,6	581,5	597,4	613,3	629,2	645,0	660,9	676,8	692,7	708,6	724,4	740,3	756,2	3,17
26,0	570,7	586,3	601,8	617,4	633,0	648,5	664,1	679,6	695,2	710,8	726,3	741,9	3,11
25,6	559,3	574,6	589,8	605,1	620,5	635,7	651,0	666,3	681,5	696,8	712,1	727,4	3,05
25,0	548,6	563,6	578,6	593,6	608,6	623,6	638,6	653,6	668,6	683,6	698,6	713,6	3,00
24,6	537,7	552,3	567,0	581,7	596,5	611,1	625,8	640,5	655,2	669,8	684,5	699,2	2,94
[illegible]	526,7	541,1	555,5	569,9	584,3	598,7	613,1	627,5	641,9	656,2	670,6	685,0	2,88
23,6	515,7	529,8	543,9	558,0	571,1	585,2	600,3	614,4	628,5	642,5	656,6	670,6	7,82
[illegible]	505,0	518,8	532,6	546,4	560,2	574,0	587,8	601,6	615,4	629,2	643,0	656,7	2,76

Es ergiebt sich hieraus, wie sehr Menge und Gewicht der uns umgebenden atmosphärischen Luft nach Witterung und Jahrszeit verschieden sind.

§. 443. Merkwürdig ist es, daß das oben angegebene Verhältniß der atmosphärischen Luft von 21 Sauerstoff und 79 Stickstoff dem Volumen oder 22,4 und 77,6 dem Gewicht nach zu allen Jahrszeiten auf den höchsten Höhen, wie in den tiefsten Ebenen, dasselbe bleibt; man fand bei wiederholten Prüfungen die Luft in Paris, in Aegypten, England, Italien, Spanien, auf dem Gotthardt, so wie in Höhen 21000 p. Schuh über dem Meer in demselben Verhältniß zusammengesetzt; seit den 20 Jah-

Chemische Verhältnisse d. atmosphärischen Luft.

ren, seit welchen man genaue Analysen der atmosphärischen Luft angestellt hat, konnte keine Veränderung in diesem Verhältniß bemerkt werden; noch gehört es zu den nicht erklärten Erscheinungen, durch welche Processe sich diese Gleichförmigkeit erhält, obgleich durch Thiere und Pflanzen und bei so vielen Orydations-Erscheinungen immer Sauerstoff verzehrt wird; selbst in Wohnungen und Zimmern bemerkt man von diesem Verhältniß nur unbedeutende Abweichungen, welche jedoch dann schnell eintreten, wenn in wirklich luftdicht verschlossenen Behältnissen Athmungs- und Verbrennungsprocesse vor sich gehen.

Zerlegung der atmosphärischen Luft.

§. 444. Um die Menge des Sauerstoffs in der atmosphärischen Luft zu messen, bedient man sich der Eudiometer; sie haben die Eigenschaft, das Sauerstoffgas der Luft zu absorbiren und das Stickgas zurückzulassen, woraus sich die relative Menge beider Gasarten finden läßt; zu den vorzüglichsten Eudiometern gehört das von Volta zuerst angewandte Wasserstoffgaseudiometer (siehe §. 148. der Agriculturchemie); auch Phosphor, Schwefelkali oder Schwefelkalk in Wasser aufgelöst, lassen sich als eudiometrische Mittel anwenden.

a) Bringt man in ein voltaisches Eudiometer 100 Theile atmosphärische Luft und 100 Theile Wasserstoffgas und entzündet beide Gasarten durch den elektrischen Funken, so beträgt die durch die Verpuffung entstehende Volumensverminderung 63 Theile und die Menge des Sauerstoffs beträgt daher $\frac{63}{3}$ oder 21 Theile.

Verschiedenheit des Sauerstoffgehalts in d. verschiedenen Jahreszeiten.

§. 445. Obgleich die verhältnißmäßige Menge des Sauerstoffs zum Stickstoff immer gleich bleibt, so ist dennoch die Menge des Sauerstoffs, welche in einem bestimmten Volumen Luft enthalten ist, je nach dem verschiedenen Druck und der verschiedenen Temperatur, bald größer, bald geringer. Wird das Verhältniß des Stickstoffs zum Sauerstoff = 77,6 : 22,4 dem Gewicht nach angenommen, so läßt sich nach dem Obigen (§. 441 und 442) aus dem jedesmaligen Barometerstand und der Temperatur der Luft die Menge des Sauerstoffs in einem bestimmten Volumen Luft finden. — Sie hat auf die Entwicklung der Thiere und Pflanzen, so wie auf alle Athmungs- und Verbrennungsprocesse, so bedeutenden Einfluß, daß ihre verschiedene Menge in den verschiedenen Jahrszeiten vorzüglich nähere Beachtung verdient. Folgende Uebersicht enthält die mittlere Sauerstoffmenge in Granen in einem pariser Cubikschuh Luft in verschiedenen Jahrszeiten für die Barometerstände von 28 bis 25 Zoll, zwischen welchen der Druck der Luft in den meisten Gegenden Deutschlands wechselt.

Jahreszeiten.	Bei einer Temperatur von	Bei einem Barometerstand von 28 Zoll	27 Zoll	26 Zoll	25 Zoll
An heißen Sommertagen	+25° R.	141	136	131	126
An Sommertagen mittler Wärme	+20°	145	140	135	129
An angenehmen Frühlingstagen	+15°	149	143	138	133
An Herbst- und Frühlingstagen, mittler Temperatur	+10°	153	147	142	136
An gelinden Wintertagen	0	160	154	148	143
An kalten Wintertagen	—10°	167	161	155	149
Bei strenger Winterkälte	—20°	175	169	162	156

Berechnet man auf diese Art den Sauerstoffgehalt der einzelnen Monate ganzer Jahre, welches leicht durch Interpolation zwischen den in dieser Uebersicht stehenden Zahlen, oder auch unmittelbar aus dem oben Angeführten geschehen kann, so zeigt sich, daß der Sauerstoffgehalt gewöhnlich an den kältesten Wintermonaten im Januar oder Februar am größten ist, sich mit steigender Wärme von Monat zu Monat vermindert und dann gewöhnlich in den heißern Sommermonaten im Juli oder August am kleinsten wird, von da aber wieder den Herbst hindurch mit Verminderung der Temperatur bis zum Winter steigt.

Es ergiebt sich aus der vorstehenden Uebersicht, daß die Veränderungen im Sauerstoffgehalt der Luft nicht so unbedeutend sind, als man etwa aus dem sich gleichbleibenden Verhältniß zum Stickstoffgehalt der Luft vermuthen könnte. — Untersucht man, welchen Einfluß der verschiedene Druck der Luft auf diese Veränderungen des Sauerstoffgehalts besitzt, so zeigt sich, daß dieser im Klima Deutschlands weit geringer ist, als der Einfluß der Veränderungen der Temperatur; erniedrigt sich diese um 15 Grad Reaum., wie dieses nach Gewittern, nach Regen oder Schnee bei heiterem Himmel nicht sehr selten, selbst über Nacht in Zeit von 12 Stunden geschieht, so vermehrt sich dadurch der Sauerstoffgehalt in einem Kubikschuh Luft um 11 Gran; um durch Veränderungen im Druck der Luft eine gleich große Vermehrung an Sauerstoff zu erhalten, müßte das Barometer seinen Stand um 2 Zoll erhöhen, welches in so kurzer Zeit nie in unsern Gegenden geschieht, oder wir müßten uns in Ansehung der Höhe in eine um etwa 2000 Schuh tiefer liegende Gegend begeben.

Die Menge des in einem Kubikschuh Luft enthaltenen Sauerstoffs übertrifft an sehr kalten Wintertagen bei —20° R. die Menge an heißen Sommertagen selbst um 34 Gran, und die jährlichen Veränderungen können daher leicht ¼ bis ⅕ des ganzen Sauerstoffgehalts der Luft betragen. — Es erklärt sich vorzüglich hieraus, warum bei länger dauernder kalter Winterwitterung gewöhnlich alle Krankheiten einen mehr entzündlichen Charakter annehmen, während umgekehrt bei länger dauernder heißer Witterung gastrische und galligte Krankheiten häufiger werden.

c) Die Menge der, in der atmosphärischen Luft zugleich immer schwebenden Wasserdünste ist in Vergleichung des Gewichts der Luft selbst nur unbedeutend, ihre Menge beträgt nur wenige Gran, wovon sogleich unten §. 449. näher die Rede sein wird; auch die Menge der Kohlensäure ist dem Gewicht nach sehr unbedeutend (siehe die folgenden 2 §§.), so daß sie bei diesen allgemeinen Vergleichungen der Menge des Sauerstoffs in den verschiedenen Jahreszeiten nicht in Betracht kommt.

Kohlensäuregehalt d. atm. Luft.

§. 446. Obgleich in der Natur immer Kohlensäure durch viele thierische und vegetabilische Processe erzeugt wird, so beträgt demungeachtet deren Menge in der Atmosphäre kaum $\frac{1}{1000}$ der übrigen Luft. Es scheint sich dieses theils aus der Fähigkeit der Pflanzen zu erklären, die Kohlensäure aus der Luft zu absorbiren, sie zu zersetzen und den Sauerstoff wieder an die Luft abzugeben, theils aus dem großen Gewicht der Kohlensäure, die schwerer, als die übrigen Luftarten der Atmosphäre, ist, und zugleich die Eigenschaft hat, sich leicht mit den Wasserdünsten zu verbinden, wodurch sie mit Nebel und Regen wieder leicht auf die Erdoberfläche zurückkehren kann, und sich dadurch nur in geringer Menge in der freien Atmosphäre zu erhalten im Stande ist. Merkwürdig ist es übrigens, daß sie in sehr geringer Menge von Saussure selbst noch auf Höhen von 15—16000 par. Schuh über dem Meer gefunden wurde; in bedeutender, für die Gesundheit nachtheiliger Menge fand man sie bis jetzt nur in verschlossenen Behältnissen, in Gebäuden, wo Holz und Kohle ohne frischen Luftzutritt verbrennen, in Kellern und Gewölben, wo organische Stoffe gähren oder in Fäulniß übergehen, oder wo sie aus Gebirgsspalten hervordringt; in Verbindung mit Wasser findet sie sich vorzüglich in den Sauerwassern.

Bestimmung der Menge der Kohlensäure.

§. 447. Die Menge der Kohlensäure, welche die atmosphärische Luft enthält, kann durch das Anthrakometer bestimmt werden; es besteht dieses aus einer mit einer Scale und einem Behälter versehenen Glasröhre, wozu sich auch eine einfache genau eingetheilte Glasröhre anwenden läßt, in welcher die zu untersuchende Luft mit kaustischem Kalk- oder Barytwasser geschüttelt wird; die Kohlensäure wird dadurch absorbirt, und ihre Menge kann dann aus der entstehenden Volumensverminderung, so wie aus dem Niederschlag gefunden werden. Saussure untersuchte in der Gegend von Genf einige Jahre vergleichend die Luft in den verschiedenen Jahreszeiten in größeren Quantitäten. Er fand im Mittel in 10,000 Theilen atmosphärischer Luft*)

im Winter 4,79 Volumensthl. oder 7,28 Gewichtsthl. Kohlens.
im Sommer 7,13 — — — 10,83 — — —

Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft ist daher im Sommer größer, als im Winter, was mit den vielen Gährungs- und

*) Annales de Chimie et Phys. Tom. II. pag. 196. und Tom. III. pag. 170.

Fäulungsprocessen und der erhöhten Respirationsthätigkeit vieler organischen Wesen in der wärmern Jahrszeit in Verbindung zu stehen scheint. Wir sehen übrigens aus diesen Versuchen, daß die Menge der Kohlensäure in der kältern Jahrszeit dem Gewicht nach weniger, als $\frac{1}{1000}$, in der wärmern Jahrszeit etwas mehr, als dieses beträgt, daß aber auch in dem letztern Fall die Menge der in einem par. Cubikschuh Luft enthaltenen Kohlensäure noch nicht einen Gran erreicht.

Menge der Wasserdünste in der atm. Luft.

§. 448. Die freie atmosphärische Luft enthält auch in der trockensten Jahrszeit immer Wasserdünste. Ihre Menge läßt sich finden, wenn man mit der atmosphärischen Luft Körper in Berührung bringt, welche zum Wasser eine starke Anziehung besitzen; man nennt diese Körper hygrometrische; sie zeigen uns die Menge des absorbirten Wassers theils durch Gewichtsvermehrung an, wie ausgeglühte Potasche, ausgeglühter salzsaurer Kalk oder Chlorcalcium, getrocknetes Holz, Baumwolle u. s. w., theils durch Bewegungen, indem sie sich dadurch bald mehr ausdehnen, bald mehr zusammenziehen, wie Saiten, Haare, Fischbein, Federkiele; am genauesten läßt sich die Menge der in der Luft enthaltenen Wasserdünste durch Niederschlagung derselben mittelst Kälte finden, indem man den Thaupunkt der Luft bestimmt, worauf Daniell sein Hygrometer begründete, welches im 5ten Abschnitt der Meteorologie §. 40. näher beschrieben ist.

Viele Beobachtungen zeigen, daß die Menge der in der Luft schwebenden Wasserdünste in der wärmern Jahrszeit gewöhnlich bedeutend größer ist, als in der kältern, indem sie sich in der letztern Jahrszeit wegen der geringern Temperatur weniger in der Luft zu erhalten im Stande sind, und daher weit häufiger und leichter wieder niederfallen. — In unserem Klima beträgt die Menge der in einem pariser Cubikschuh atmosphärischer Luft enthaltenen Wasserdünste in der kältern Jahrszeit im Mittel nur 1 bis 2 Gran, vermehrt sich mit zunehmender Wärme auf 3, 4 bis 5 Gran, und erreicht in der wärmsten Jahrszeit gewöhnlich 6, 7 bis 8 Gran.

Das Gefühl einer drückenden erschlaffenden Sommerhitze scheint außer dem verminderten Sauerstoffgehalt oft vorzüglich in diesem größern Wassergehalt der Luft zu beruhen, die uns in diesem Fall nicht mehr die gehörige Abkühlung gewährt.

Das nähere Verfahren, die Menge der Wasserdünste der Luft zu bestimmen, lehrt uns die Meteorologie bei der Lehre von den Hygrometern (Siehe 5ten Abschnitt §. 41. der Meteorologie dieser Encyklopädie).

Organische in d. Luft schwebende Stoffe.

§. 449. Diese 4 erwähnten Bestandtheile, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasser können in der Atmosphäre in dem gehörigen Verhältniß und selbst in der gehörigen Menge vorhanden sein, und dem ungeachtet die atmosphärische Luft höchst schädlich auf den thierischen Organismus wirken; dieses ist der Fall, wenn sie zugleich von Fäulungs- oder andern Processen herrührende feine organische Stoffe enthält, welche sich in

ihr zuweilen, wie ein feiner unsichtbarer Nebel, schwebend zu erhalten scheinen; ansteckende und oft einzelnen Gegenden eigenthümlich zukommende (endemische) Krankheiten und selbst pestartige Seuchen können davon die Folge sein. — Leider besitzen wir für diese feinern, oft vorzüglich nach Ueberschwemmungen und in Sumpfgegenden, in der Luft schwebenden Stoffe, noch keine chemische Reagentien*). Manche derselben wirken sehr deutlich auf den Geruch; zur Reinigung solcher Luftarten zeigten sich Räucherungen mit Mineralsäuren, vorzüglich mit Chlor, noch am wirksamsten (siehe oben §. 161.).

Anwendungen der atmosphärischen Luft.

§. 450. Es giebt wohl kaum einen Körper von wichtigerer und allgemeinerer Anwendung, als die Luft. — Wir erhalten durch ihre Verbrennung mit kohlenhaltigen Stoffen, mit Holz, Oel, Wachs, Fett alle künstliche Wärme und Licht, die wir bedürfen; wir veranlassen durch sie die Oxydirung der brennbaren Körper und Metalle, das Rösten der Erze, die Bildung vieler Säuren und Salze; sie dient uns zum Bleichen der Leinwand und Seide, zur Bereitung verschiedener Farben, des Indigos, des Scharlachs, viele Farben erhalten durch sie mehr Lebhaftigkeit und Glanz; sie ist zum Athmen nothwendig, ohne sie ist kein Thier zu leben im Stande; eben so unentbehrlich ist sie den Pflanzen, welche aus ihr außer dem Sauerstoff vorzüglich auch die Kohlensäure absorbiren, diese zersetzen und sich den Kohlenstoff aneignen, während ein Theil des Sauerstoffs wieder in die Luft übergeht; sie dient zum Trocknen feuchter Körper und zur Concentration vieler Flüssigkeiten, indem sie selbst fast nie mit Wasser gesättigt ist und daher das überflüssige Wasser von vielen Körpern leicht aufnimmt; als schlechter Leiter der Elektricität und Wärme wird sie in dieser Beziehung oft nützlich; im erwärmten Zustand wird sie als Heizungsmittel benutzt; endlich dient sie als bewegende Kraft zur Bewegung vieler Maschinen, der Windmühlen, der Schiffe, als schwingender Körper zur Fortpflanzung des Schalls bei allen musikalischen Instrumenten.

2) Vom Wasser.

§. 451. Das Wasser ist einer der verbreitetsten Körper in der Natur, welches in Dampfform, flüssiger und fester Form, mehr oder weniger rein, oder in Verbindung mit festen Körpern, allgemein in der Natur verbreitet ist, es bedeckt etwas über $\frac{2}{3}$ der Oberfläche der Erde.

---

*) Bizio brachte zwar vor kurzem ein Instrument in Vorschlag, das er Diaphthoroscop (Weiser der Ansteckung) nannte; seiner nähern Ausführung stehen jedoch manche Schwierigkeiten im Wege. Es beruht auf der Eigenschaft der Schwefelsäure, sich mit organischen Stoffen leicht zu verbinden und sich dadurch schwarzbraun zu färben; er läßt zu diesem Zweck Dämpfe von reiner wasserfreier Schwefelsäure (nordhäuser Vitriolöl) in eine Glasgocke streichen, welche die zu untersuchende Luft enthält; befinden sich in dieser zugleich feine organische Stoffe, so setzen sie sich im verkohlten Zustand in der Glocke ab. (Giornale di Fisica, Chemica Dec. II. T. VIII. 1825. S. 393 und Dinglers polytechnisches Journal 21ter Band 1826. S. 141.

§. 452. Im reinen Zustand ist es durchsichtig und farblos, ohne Geruch und Geschmack, in sehr geringem Grad zusammendrückbar und elastisch, zur Fortpflanzung des Schalls und Befeuchten der meisten Körper sich eignend, die gewöhnliche Elektricität leitet es gut, die auf galvanische Art erregte Elektricität nur schwach, gegen das Licht besitzt es ein starkes Brechungsvermögen, seine specifische Wärme ist ziemlich groß, durch rasches Einwirken eines heftigen Stoßes sah Desaignes ein lebhaftes Licht aus ihm entweichen; bei einer Temperatur von 0° R. oder + 32° F. wird es fest, wobei es in der Ruhe in 3seitigen Nadeln krystallisirt, die eine Neigung haben, sich unter Winkeln von 60° und 120° zu vereinigen, in völliger Ruhe in eingeschlossenen Gefäßen läßt sich seine Temperatur auch mehrere Grade unter den Eispunkt erniedrigen, ohne zu gefrieren, bei + 3,4° R. (nach Rudberg + 4,02°) hat es seine größte Dichtigkeit, dehnt sich von dieser Temperatur bis zum 80sten Grad R. um 5,65 Procent seines Volumens aus, es siedet bei diesem Grad bei einem Druck der Luft von 28 par. Zoll, wobei es sich in Dünste verwandelt, die als Dämpfe sichtbar werden, welche in der Siedhitze einen 1700mal größern Raum einnehmen, als das Wasser, aus dem sie sich bildeten; die Wasserdämpfe sind daher bedeutend leichter, als die atmosphärische Luft, zu deren Gewicht sie sich = 624 : 1000 verhalten; noch mehr erhitzt, nimmt ihre Elasticität in bedeutend höherem Grade zu.

Physische Eigenschaften des Wassers.

Das Wasser verdünstet übrigens nicht blos in der Siedhitze, sondern auch in der gewöhnlichen Temperatur; selbst im Zustand als Eis findet noch anhaltend Verdünstung Statt, obgleich diese mit Verminderung der Temperatur immer geringer wird.

Ein paris. Kubikschuh Wasserdampf wiegt in der Siedhitze im Maximum seiner Sättigung 325,8 Gran nürnb. med. Gew.; 1 paris. Cubikschuh destill. Wasser wiegt bei + 11° R. 71 Pfund 12 Unzen 1 Drachme 10 Gran, das Pfund zu 16 Unzen med. Gewicht gerechnet; 1 pariser Cubikzoll Wasser wiegt bei dieser Temperatur 318,9 Gran dieses Gewichts *).

§. 453. Das Wasser besteht nach Berzelius und Dulong dem Gewicht nach aus 88,9 Sauerstoff und 11,1 Wasserstoff, oder aus 1 Antheil Sauerstoff und 2 Wasserstoff; dem Volumen nach bilden 2 Raumtheile Wasserstoffgas mit 1 Raumtheil Sauerstoffgas 3 Raumtheile Wasserdampf, die sich jedoch nur in der Siedhitze in dieser Expansion zu erhalten im Stande sind. — Das Wasser läßt sich chemisch aus diesen 2 Luftarten bilden, wenn man beide in dem eben angeführten Verhältniß zusammenbringt und durch einen elektrischen Funken oder durch einen brennenden Körper entzündet; auch durch heftige Zusammendrückung läßt sich diese Vereinigung zu Stande bringen. — Umgekehrt läßt sich das Wasser in diese

Chemische Verhältnisse des Wassers.

*) Siehe Bohnenbergers Untersuchungen über das Gewicht des Wassers in den Tübinger Blättern für Naturwissenschaften 1. Band S. 59. Osiandrische Buchhandlung.

2 Luftarten durch den elektrischen Strom und durch viele chemische Operationen zerlegen (siehe §. 123. des 2ten Abschnitts S. 71. und §. 143. des 3ten Absch. S. 83. der Agriculturchemie). In der Natur trennen und verbinden sich rastlos diese zwei Bestandtheile, viele chemische Processe kommen nur durch diese Vermittlung des Wassers zu Stande, bei allen Processen des vegetabilischen und thierischen Lebens spielt es eine Hauptrolle. Es ist ein Lösungsmittel aller Alkalien, Säuren und Salze, der in den Gefäßen organischer Körper sich bewegenden Säfte, des Schleims, Eyweißes, Gummis, Seifenstoffes u. v. a.

Luftabsorption durch das Wasser.

§. 454. Das Wasser hat die Eigenschaft schon beim gewöhnlichen Druck der Luft Gasarten zu absorbiren, welche mit ihm in Berührung kommen; nach Saussure absorbiren 100 Theile Wasser dem Volumen nach bei 14,4° R.

4,2 Stickgas	106,0 kohlensaures Gas
4,6 Wasserstoffgas	253,0 Schwefelwasserstoffgas
6,5 Sauerstoffgas	437,8 schwefligsaures Gas.

Bei Verminderung der Temperatur und vermehrtem Druck der Luft ist das Wasser im Stande, mehr Luft aufzunehmen; ist Wasser mit einem Gas gesättigt, so nimmt es von einem 2ten Gas weniger auf, als reines Wasser, und läßt dabei einen Theil des zuerst aufgenommenen Gases wieder fahren; von einem Gemeng zweier Gasarten nimmt reines Wasser beide auf, jedoch von jeder weniger, als wenn es mit dieser allein zusammengekommen wäre.

Luftgehalt des Fluß-, Regen- und Schneewassers.

§. 455. Wasser, welches einige Zeit der freien Luft ausgesetzt war, enthält immer eine gewisse Menge Luft. Herr v. Humboldt und Gay-Lussac fanden, daß sich aus verschiedenen Arten von Wassern, aus Regenwasser, Schneewasser, Flußwasser aus der Seine bei Paris und aus destillirtem Wasser, welches zuvor lange an der Luft stand, durch langes Kochen dem Volumen nach ungefähr 4 Procent Luft ausscheiden ließen, welche sich immer sauerstoffreicher, als gewöhnliche atmosphärische Luft, zeigten; 100 Maaß dieser Luft enthielten *):

beim destillirten Wasser	32,8 Sauerstoffgas
beim Regenwasser	31,0 — —
beim Schneewasser	28,7 — —
beim Seinewasser	28,3 bis 31,9 Sauerstoffgas.

Läßt man Wasser, welches Gas absorbirt hat, gefrieren, so entwickelt sich im Moment des Festwerdens das verschluckte Gas aus demselben; dieses ist eine der Ursachen, warum lufthaltiges Wasser beim Gefrieren die Gefäße zersprengt und sich das Eis mit vielen Luftbläschen füllt; aus frischem Eiswasser läßt sich durch Auskochen nur halb so viel Luft abscheiden, als aus Regen- und Schneewasser. — Enthält Wasser Salze, so nimmt es durch Absorption weniger Gasarten auf, als reines Wasser; Brunnen- und Quellwasser sind daher gewöhnlich ärmer an Sauerstoff, als Regen- und Schnee-

*) Gilberts Annalen der Physik 20ter Band Seite 129.

wasser, zugleich ist es veränderlicher in seinem Luftgehalt, indem es in der Erde mit vielen Stoffen in Berührung ist, die zum Sauerstoff Anziehung besitzen, und ihr Gehalt an Salzen und Kohlensäure oft sehr verschieden ist. Es erklärt sich hieraus, warum Regen- und Schneewasser bei vielen chemischen Processen, und bei Operationen überhaupt, wo Oxydationserscheinungen mit im Spiel sind, beim Bleichen, bei der Bereitung verschiedener Farben, der Dinte u. s. w., beim Begießen der Pflanzen, Vorzüge vor frischem Quell- und Brunnenwasser besitzt.

Fixe Beimengungen im Wasser.

§. 456. In der Natur findet sich das Wasser nie völlig rein, außer den beigemengten Gasarten enthält es häufig etwas Erden und Salze aufgelöst, und hie und da sind ihm auch organische Stoffe beigemengt; enthält ein Wasser nur wenige erdige Salze, so nennt man es im gemeinen Leben weich; enthält es deren mehrere, so nennt man es hart. Bei verschiedenen Anwendungen hat man auf diese Beimengungen Rücksicht zu nehmen; die Verschiedenheiten zwischen destillirtem Wasser, Regenwasser, Thauwasser, Cisternenwasser, Quellwasser, Brunnenwasser, Flußwasser, Meerwasser und eigentlichen Mineralwassern verdienen daher hier eine nähere Erwähnung.

Destillirtes Wasser.

§. 457. Das destillirte Wasser ist ein von allen fremden Beimengungen reines Wasser; bei vielen chemischen Operationen ist es daher unentbehrlich; man erhält es durch gewöhnliche Destillation von Regen- oder Brunnenwasser, wobei die Destillation bis auf $\frac{1}{4}$ des Rückstands fortgesetzt wird; bei seiner Bereitung sind gläserne Gefäße mit Vorsicht anzuwenden, indem manche Glasarten durch kochendes Wasser theilweise zersetzt werden.

Regen- und Schneewasser.

§. 458. Das Regen- und Schneewasser kommt in Reinheit gewöhnlich dem destillirten Wasser am nächsten, vorausgesetzt, daß es in reinen Gefäßen unter freiem Himmel aufgefangen wurde. Brandes in Salzuffeln fand im Regen- und Schneewasser vom Jahr 1825 aus allen Monaten des Jahrs im Mittel in 1 Pfund zu 16 Unzen nur 0,122 Gran fixe Beimengungen, also nahehin $\frac{1}{8}$ Gran, oder in 8 Pfunden 1 Gran; nähere Untersuchungen zeigten, daß 360 Unzen dieses Wassers 2,75 Gran eines bräunlichgelben, sehr hygroscopischen Salzes enthielten, welches vorherrschend aus Kochsalz bestand, mit etwas Gyps, kohlensaurer und schwefelsaurer Bittererde, Chlorkalium, Eisen- und Manganoxyd, einem Ammoniaksalz (vielleicht salpetersaurem Ammoniak), einem harzigen und einem eigenthümlichen, einer thierisch-vegetabilischen Materie ähnlichen Stoff, welcher von Zimmermann Pyrrhin genannt wurde*). — So gering diese Menge im Einzelnen erscheint, so wird sie doch bedeutend, wenn man die Wassermenge berücksichtigt, welche im Verlauf eines Jahrs auf die Erdoberfläche fällt; nehmen wir an, daß im Mittel im Klima Deutschlands jährlich auf die Fläche eines

*) Schweiggers Jahrbuch der Chemie Jahrg. 1826. im 18. Bd. S. 130.

Quadratschuhs 2 paris. Cubikschuh meteorisches Wasser fallen, so enthält dieses 17¼ Gran Meteorsalze, und es fallen somit auf die Fläche eines magdeburgischen Morgens von 24196 paris. Quadratschuh) im Mittel jährlich 54 Pfund dieser Salze.

Thauwasser. §. 459. Das Thauwasser setzt sich zunächst aus den tiefsten Schichten der Atmosphäre ab, welche auf der Erdoberfläche aufliegen; es hat daher eine vom Regenwasser schon sehr verschiedene Entstehung; gewöhnlich sind ihm auch verschiedene vorzüglich organische Stoffe beigemengt, welche sehr verschieden sein können, je nach den Pflanzen und Stoffen überhaupt, durch deren Ausdünstung sich der Thau bildete und auf die er sich selbst auch wieder unmittelbar ansetzt. Die Alten schrieben dem Thauwasser zum Theil eigenthümliche Kräfte zu, von welchen aber nichts erwiesen ist.

Cisternenwasser. §. 460. Das Cisternenwasser ist aufgesammeltes Regenwasser, von welchem es sich gewöhnlich nur durch etwas beigemengte organische Stoffe unterscheidet, deren Menge verschieden ist, je nachdem es mehr oder weniger rein aufgesammelt wird; gewöhnlich hat es dadurch eine etwas gelbliche Farbe; es enthält gewöhnlich weniger erdige Salze, als Quellwasser, und besitzt daher zu manchen Zwecken selbst Vorzüge vor diesem.

Quellen- und Brunnenwasser. §. 461. Die Quellen- und Brunnenwasser zeigen große Verschiedenheiten; sie enthalten außer Kohlensäure fast immer erdige Salze, am häufigsten kohlensaure Kalkerde, welche sich aus ihnen absetzt, sobald sich die überschüssige Kohlensäure verflüchtigt; schon beim Stehen an der Luft geschieht dieses zum Theil; vollständiger geschieht dieses in der Siedhitze; auch Gyps ist in vielen Gegenden eine der häufigern Beimengungen.

Enthält ein Brunnenwasser in 1 Pfund zu 16 Unzen nur 1 Gran oder nur wenig mehr fixe Stoffe mit etwas Kohlensäure, deren Menge oft ½, 1 bis 2 Cubikzoll in 1 Pfund beträgt, so gehört es schon zu den bessern Brunnenwassern; 2—3 Gran in einem Pfund enthalten die Quellen vieler Gegenden, beträgt die Menge der erdigen Salze 5—6 Gran, so gehören sie schon zu den harten Wassern; steigt ihre Menge noch bedeutender bis auf 12, 17 bis 19 Gran, wie dieses hie und da bei gypshaltigen Wassern (in Würtemberg) der Fall ist, so wirken sie als tägliches Getränk für die Gesundheit nachtheilig; je nach der verschiedenen Natur der Salze können sie in diesem Fall oft als Mineralwasser benutzt werden.

a) Man kann ein Brunnenwasser als tauglich zum Trinken ansehen, wenn es erfrischend kühl, klar, wasserhell, ohne merklichen Geruch und Geschmack ist, Gemüse und Hülsenfrüchte bald darin weich kochen, sich beim Kochen nur wenig Kalk absetzt, Seife ohne starke Zersetzung auflöst, und es weder durch salpetersauren Baryt, noch durch salpetersaures Silber, noch kleesaures Ammoniak stark getrübt wird.

b) Kohlensauren Kalk enthaltende harte Wasser lassen sich zwar zu manchen technischen Zwecken durch Kochen vom kohlensauren Kalk und durch Zusatz von etwas Potasche auch von andern

erdigen Salzen zum Theil reinigen; durch das Kochen verliert aber das Wasser mit Entweichung der Kohlensäure seine erfrischenden Eigenschaften und durch Zusatz von Potasche erhält man statt der niederfallenden Erden andere Salze beigemischt. — Faules, durch organische Stoffe verunreinigtes Wasser läßt sich von diesen durch Filtrirung durch Sand und Kohlenpulver reinigen, nicht aber von Salzen, welche es etwa aufgelöst enthält.

c) Zu den unschädlichen Mitteln, durch Kochen oder andere Reinigungsmethoden fad gewordenes Wasser wieder angenehmer trinkbar zu machen, gehört, etwas Kochsalz zuzusetzen, wenn es als Getränk für Thiere benutzt wird, oder für jedes Maaß $1\frac{1}{2}$ Quentchen gepülverten Weinstein mit ebenso viel fein gepülverter Kreide oder Marmor, um ihm dadurch wieder Kohlensäure zu geben.

§. 462. Die Flußwasser zeigen in ihren Bestandtheilen mit den Quellwassern oft viele Aehnlichkeit; bei länger dauernder trockner Witterung im klaren Zustand der Flüsse besteht es auch wirklich größtentheils aus einer Sammlung der einzelnen Quellen, welche im Umfang ihres Flußgebiets liegen; die Bestandtheile der Flußwasser sind daher vorzüglich je nach den Gebirgsarten verschieden, in welchen die Flüsse ihr Bett eingegraben haben. Durch ihre vielfache Berührung mit der Atmosphäre sind sie gewöhnlich schon sauerstoffreicher, als frische Quellwasser, auch besitzen sie in der wärmern Jahreszeit in unserm Klima gewöhnlich eine höhere Temperatur, als die Quellwasser; zum Begießen der Pflanzen eignen sie sich daher in doppelter Beziehung besser, als frische Quellwasser. — Im trüben Zustand der Flüsse, kurz nach Regen, enthält das Flußwasser gewöhnlich viele erdige Theile, vorzüglich Thon suspendirt, welche sich in der Ruhe von selbst wieder aus ihm absetzen.

Flußwasser.

§. 463. Das Meerwasser enthält ausgezeichnet viele Salze, die Stärke ihres Salzgehalts zeigt dabei viele Verschiedenheiten. Die größern freiern Meere enthalten gegen 4 Procent salzige Theile bei einem spec. Gewicht von 1026—1029; einzelne mehr eingeschlossene Meere enthalten bald mehr, bald weniger Salze, je nachdem sich mehr oder weniger Flüsse mit süßem Wasser in sie ergießen, oder ihre nächsten Umgebungen selbst salzreiche Gebirgsarten enthalten, einzelne, wie das todte Meer, nähern sich beinahe gesättigten Salzsoolen. Die Verschiedenheiten des Wassers der Deutschland mehr zunächst berührenden Meere, in Vergleichung mit einigen andern gesalzenen Wassern, zeigt näher folgende Zusammenstellung:

Meerwasser und Salzsoolen.

Gegenden.	Menge der Salze in 1000 Theilen Wasser.	Menge der Salze in 1 Pfund zu 16 Unzen.	Chemiker.
Ostsee bei Danzig	7,4 Th.	57 Gr.	Lichtenstein.
Ostsee bei Travemünde.	12,1 —	93 —	Pfaff.
Ostsee bei Doberan	16,0 —	123 —	Link.
Ostsee an der Kieler Bucht	20,0 —	153 —	Pfaff.
Ostsee ebendaselbst	22,0 —	169 —	—
Nordsee bei Ritzebüttel	31,2 —	234 —	—
Nordsee bei Föhr	34,5 —	265 —	—
Canal zw. Engl. u. Frankreich	36,0 —	276 —	Vogel.
Atlantisches Meer	38,0 —	292 —	—
Mittelländisches Meer	41,0 —	315 —	—
Todtes Meer	245,4 —	1884 —	C. G. Gmelin.
Gesätt. Salzsoolen Würtembergs	270 —	2073 —	Jäger u. Alberti.

Die Salze der freien Meere bestehen vorherrschend aus Kochsalz mit Glaubersalz, salzsaurem Kalk (Chlorcalcium) und Bittererde (Chlormagnesium), wozu noch kleine Quantitäten von schwefelsaurem Kali, hydrojod- und hydrobromsaurem Kali nebst etwas organischen Stoffen, sogenanntem Extractivstoff kommen; in dem nördlich atlantischen Ocean enthalten 1000 Theile Wasser 25,1 Kochsalz; 5,78 Bittersalz, 3,5 salzsaure Bittererde, 0,15 Gyps, 0,2 kohlensauren Kalk mit kohlensaurer Bittererde, Chlormagnesium und 0,23 kohlensaure Luft; die einzelnen Meere zeigen in dem Verhältniß, in welchem sie einzelne Salze enthalten, sehr viele Verschiedenheiten; das todte Meer enthält statt des Kochsalzes in überwiegender Menge Chlormagnesium. Die gesättigten Salzsoolen Würtembergs enthalten fast reines Kochsalz, dem nur sehr wenig andere Salze beigemengt sind *), wobei sie ein spec. Gewicht von 1,201 zeigen.

Prüfungsmittel der Quell- und Mineralwasser.

§. 464. Es kann in verschiedenen Beziehungen, vorzüglich in landwirthschaftlicher und technischer Rücksicht, oft von Wichtigkeit seyn, die Beschaffenheit einer Quelle wenigstens ihren wesentlichen Bestandtheilen nach durch eine vorläufige Prüfung ohne große Hülfsmittel kennen zu lernen, worauf erst später eine genaue chemische Untersuchung vorgenommen werden kann. — Man verfährt dabei auf folgende Art: Man untersucht

1) die Temperatur des Wassers an der Quelle in Vergleichung mit der Temperatur der Luft; gut gefaßte Quellen verändern in un-

*) Siehe v. Alberti's Gebirge Würtembergs mit Beilagen von Schübler. Stuttgart 1826, Seite 182, 197 und 218.

fern Gegenden die Temperatur gewöhnlich in den verschiedenen Jahreszeiten nur um wenige Grade; die zum Getränk benutzten zeigen in Deutschland häufig eine Temperatur von 7—9 Grad; liegen jedoch die Quellen sehr oberflächlich, werden sie durch lange Leitungen in geringer Tiefe unter der Erde geführt, so wechselt ihre Temperatur von der kältern bis zur wärmern Jahreszeit, oft von 1 bis 2 Grad über dem Eispunkt, bis gegen + 14° R. Natürliche, unmittelbar aus dem Gebirg entspringende Quellen haben aus diesem Grund in unsern Gegenden gewöhnlich im Winter eine höhere, im Sommer aber kühlere Temperatur, als die Wasser unserer Brunnen in Städten.

2) Die Farbe, Klarheit, Geruch und Geschmack des Wassers, namentlich ob dieser völlig indifferent oder stechendsäuerlich, dintenartig, reinsalzig oder salzigbitter, oder etwas mit Schwefelwasserstoffgas Aehnliches zeigt.

3) Seine flüchtigen Bestandtheile entweichen zum Theil schon durch bloßes Schütteln; vollständig geschieht dieses durch längeres Kochen.

Von chemischen Reagentien kann man folgende anwenden:

1) Lackmustinctur; veranlassen einige Tropfen dieser Tinctur in dem Wasser eine etwas violettrothe Farbe, so zeigt dieses eine freie Säure an; zeigt sich im gekochten Wasser diese Röthe nicht mehr, so ist die Säure flüchtig, wahrscheinlich Kohlensäure oder auch Schwefelwasserstoffgas.

2) Reines Silber oder Quecksilber; färben sich diese Metalle in Berührung mit dem Wasser auf ihrer Oberfläche schwärzlichbraun, so enthält das Wasser Schwefelwasserstoffgas.

3) Kalkwasser; bildet dieses mit dem frischen Wasser eine milchigte Trübung, die aber wieder verschwindet, wenn noch mehr frisches Wasser zugesetzt wird, so deutet dieses auf Kohlensäure; der sich bildende kohlensaure Kalk löst sich in diesem Fall in der überschüssigen Kohlensäure des zugesetzten Wassers wieder auf; enthält das Wasser nur kohlensaure Salze ohne freie Kohlensäure, so verschwindet die vom Kalkwasser veranlaßte Trübung nicht mehr.

4) Fernambuktinctur wird gelbbraun bis schön hochroth, wenn das Wasser ein Alkali oder eine kohlensaure Erde enthält.

5) Chlorbaryum veranlaßt eine weiße Trübung, wenn das Wasser schwefelsaure Salze enthält, vorausgesetzt, daß das Wasser kein freies Kali enthält, in welchem Fall dieses zuerst durch eine Säure neutralisirt werden müßte.

6) Schwefelsaures Silberoxyd veranlaßt mit Chlor-Salzen eine dünne weiße Trübung, die nach einiger Zeit schwärzlichbraun wird, wenn der Niederschlag dem Licht ausgesetzt wird; enthält das Wasser Schwefelwasserstoffgas, so bildet sich sogleich ein schwarzbrauner Niederschlag.

7) Kleesaures Ammoniak oder saures kleesaures Kali bildet ei-

nen langsam sich zu Boden setzenden Niederschlag, wenn das Wasser Kalkerde enthält.

8) Basisch-phosphorsaures Ammoniak veranlaßt eine weiße Trübung, wenn das Wasser Bittererde enthält.

9) Kaustisches Kali veranlaßt Trübungen, wenn das Wasser Erden oder Metallsalze enthält; wird der anfangs weiße Niederschlag nach einiger Zeit gelb, so deutet dieses auf einen Gehalt an Eisenoxyd oder Extractivstoff.

10) Chlorgold; entsteht durch diese Goldauflösung in dem Wasser eine ins Purpurrothe spielende Farbe, so deutet dieses auf freie Humussäure; bei Quellen torfreicher Gegenden zuweilen vorkommend.

11) Neutrales kohlensaures Kali veranlaßt mit denjenigen Erd- und Metallsalzen einen Niederschlag, welche keine Kohlensäure enthalten; mit Humus bildet es braune Auflösungen.

12) Eisenblausaures Kali (Cyaneisenkalium) färbt sich mit eisenhaltigen alkalischen Wassern grünlich, worauf sich nach einigen Stunden ein blaugrüner Niederschlag absetzt; der Niederschlag erhält sogleich eine grüne Farbe, wenn das Wasser kein Kali enthält, oder dieses zuerst durch eine Säure gesättigt wird. Das gekochte Wasser zeigt diese Niederschläge nicht mehr, wenn das Eisen in Kohlensäure aufgelöst war.

Wünscht man nach diesen vorläufigen Prüfungen zu erfahren, wie viel fixe Stoffe ein Wasser überhaupt aufgelöst enthält, um daraus seine Güte nach dem in §. 461. Angeführten näher beurtheilen zu können, so läßt man eine größere Menge des Wassers, 10—20 Pf., nach und nach in einem gläsernen Gefäß sorgfältig abdampfen, unterwirft dann den Rückstand einer nähern Untersuchung, oder läßt dieses in Ermanglung eigener Hülfsmittel durch einen geschickten Chemiker vornehmen.

Anwendungen des Wassers.

§. 465. Das Wasser besitzt nicht weniger mannigfaltige Anwendungen, als die atmosphärische Luft; es ist für das Leben aller Thiere und Pflanzen eben so nöthig, als diese.

Im Zustand von Eis wird es angewendet, um künstliche hohe Kältegrade hervorzubringen, Thermometer einzutheilen, die spec. Wärme der Körper zu schätzen, als Erfrischungsmittel, bei Entzündungen als äußerliches herabstimmendes Mittel.

Das kalte Wasser dient auf ähnliche Art als ein Wärme absorbirendes Mittel bei Destillationen und als kühlendes tonisches Medicament.

Als tropfbare Flüssigkeit überhaupt dient es, um Stoffe von einander zu trennen, die ein verschiedenes specif. Gewicht und zugleich eine verschiedene Adhäsion zum Wasser besitzen, beim Schlämmen, Filtriren und bei ähnlichen mechanischen Operationen, vorzüglich aber zum Auflösen vieler Stoffe; es dringt in die feinsten Spalten der Gebirge, nimmt in ihrem Innern viele Stoffe des Mineralreichs auf, und giebt dadurch Veranlassung zur Bildung der verschiedensten Quellen und Mineralwasser.

Als bewegende Kraft äußert es durch sein bedeutendes Gewicht

bei Bewegung vieler Maschinen die größten Wirkungen. In Dampfform dient es zum Heizen, indem die erhitzten Dämpfe durch Canäle und Röhren in das Innere der Fußböden von Wohnungen und Gewächshäusern geleitet werden; zum Kochen im Wasserdampf selbst, wodurch die Speisen oft zarter und schmackhafter werden, oder um Flüssigkeiten in hölzernen Gefäßen zum Kochen zu bringen, indem man die erhitzten Dämpfe durch Röhren in die Flüssigkeit leitet; als bewegende Kraft überhaupt in den Dampfmaschinen.

Das durch Verdünstung in die Atmosphäre geführte Wasser bildet die verschiedenen wäßrigen Meteore, und kommt als Regen, Schnee, Hagel, Nebel, Thau und Reif wieder auf die Erde zurück, wobei es mit mehr oder weniger Wärme, Elektricität und Gasarten beladen die Oberfläche der Erde befruchtet und auf Pflanzen und Thiere wohlthätig einwirkt.

Siebenter Abschnitt.

Von den Bestandtheilen der organischen Körper.

§. 466. Die organische Chemie zerfällt in die vegetabilische und thierische Chemie; erstere handelt von den Stoffen, welche in Pflanzen, letztere in solchen, welche in thierischen Körpern gebildet vorkommen.

Die einfachern oder sogenannten nähern Bestandtheile der Pflanzen sind meist ternäre Verbindungen aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff; die thierischen dagegen gewöhnlich quaternäre Verbindungen, sie enthalten außer diesen 3 Stoffen häufig noch Stickstoff.

Die allgemeinere Zusammensetzung der thierischen und vegetabilischen Stoffe erleidet jedoch manche Ausnahmen; verschiedene Stoffe, wie Oele, Harze, Eyweiß, Zucker, finden sich sowohl im Pflanzen-, als Thierreich, einzelne Pflanzenstoffe, wie die Kleesäure, besitzen keinen Wasserstoff, während verschiedene thierische Stoffe keinen Stickstoff enthalten. Um daher Wiederholungen und widernatürliche Trennungen zu vermeiden, werden wir bei den vegetabilischen Substanzen zugleich einzelne thierische Stoffe betrachten, welche den vegetabilischen Stoffen ähnlicher zusammengesetzt sind, und auch in den Pflanzen selbst nicht selten vorkommen, wie die Oele, Harze, und umgekehrt andere stickstoffhaltige Stoffe des Pflanzenreichs, wie die Blausäure, erst bei den thierischen Stoffen abhandeln.

Erste Unterabtheilung.

Von den nähern Bestandtheilen des Pflanzenreichs oder den aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Substanzen.

§. 467. Die nähern Bestandtheile des Pflanzenreichs bestehen in sehr verschiedenen Verhältnissen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und

Wasserstoff; man nannte diejenigen Stoffe der Pflanzen nähere oder nächste Bestandtheile derselben, welche man bei der Zerlegung der Pflanzen zunächst erhält; ihre entferntern oder Grundbestandtheile erhält man erst bei der weitern Zerlegung, wozu gewöhnlich höhere Temperaturen angewandt werden müssen.

Um die nähern Bestandtheile zu erhalten, darf die Temperatur den Siedpunkt des Wassers nicht übersteigen, und bei einzelnen muß zu diesem Zweck selbst kaltes Wasser angewandt werden.

I. Von den Pflanzensäuren oder stickstofffreien organischen Säuren.

1) Die Essigsäure (Acidum aceticum).

§. 468. Die Essigsäure ist in ihrem concentrirten, möglichst wasserfreien Zustand tropfbarflüssig, farblos, von etwas angenehmen stechendem Geruch und stark saurem Geschmack; sie krystallisirt bei 10,4° R in wasserhellen blätterartigen Krystallen zu sogenanntem Eisessig, raucht an der Luft, verflüchtigt sich ohne Zersetzung, und läßt sich leicht entzünden. Sie konnte noch nicht völlig wasserfrei dargestellt werden, ihr spec. Gewicht ist im möglich wasserfreien Zustand 1,063; verdünnt man sie mit Wasser, so nimmt ihr spec. Gewicht anfangs noch etwas zu bis 1,079, und vermindert sich dann bei weiterer Verdünnung fortdauernd. Der gereinigte, fabrikmäßig bereitete Holzessig hat gewöhnlich ein spec. Gewicht von 1057, der gewöhnliche Weinessig wechselt im Gewicht häufig von 1010—1015.

Die concentrirte Essigsäure löst Gummi, Gummiharze, Harze, Kampher, Kleber und Gerbstoff auf, sie besteht auf ihren wasserfreien Zustand berechnet aus 47,06 Kohlenstoff, 47,06 Sauerstoff und 5,88 Wasserstoff, nach Andern: aus 46,83 Kohlenstoff, 6,35 Wasserstoff und 46,82 Sauerstoff.

Vorkommen u. Bereitung. §. 469. Die Essigsäure ist unter allen Pflanzensäuren am häufigsten verbreitet, sie findet sich in den Säften vieler Pflanzen, am häufigsten bildet sie sich bei der Gährung und Fäulniß vegetabilischer Säfte; auch im thierischen Körper bildet sie sich nicht selten in geringer Menge im Schweiß, im Urin, in der Milch; im gewöhnlichen Essig ist sie mit schleimigen Stoffen und einigen Farbstoffen, im Holzessig mit vielen brenzlichen Stoffen verunreinigt.

Destillirt man gewöhnlichen Essig bei mäßiger Wärme, so erhält man destillirten farblosen Essig, welches eine mit Wasser verdünnte Essigsäure ist; concentrirt man diesen durch Frost, oder zerlegt man essigsaure Salze mittelst Schwefelsäure oder sauren schwefelsauren Kali, so erhält man die reine Essigsäure.

Essigsaure Salze, Acetate. §. 470. Die Essigsäure läßt sich mit den meisten Basen zu Salzen verbinden, sie sind in Wasser und Weingeist auflöslich und entwickeln weiße essigsaure Dämpfe, wenn sie mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung gebracht werden; in hoher Temperatur werden sie zerstört; bei trockener Destillation geben sie theils Essigsäure, theils brenzliche Essigsäure und Kohlensäure;

im feuchten Zustand bilden sie Schimmel, wodurch sie gleichfalls zerstört werden. Die wichtigern, mehr angewandten essigsauren Salze sind:

1) Die essigsaure Thonerde, ein farbloses Salz von adstringirendem Geschmack, welches in 4seitigen Prismen krystallisirt; es wird in der Färberei angewandt, um Farben auf Zeuche zu befestigen.

2) Das essigsaure Kali (terra foliata tartari) krystallisirt in weißen seidenglänzenden platten Nadeln und regelmäßigen Säulen, ist in Wasser und Weingeist sehr auflöslich und besitzt einen warmen, stechend salzigen Geschmack, es wird in der analytischen Chemie und als Medicament angewandt.

3) Das essigsaure Natron (terra foliata tartari crystallisata) krystallisirt in langen gestreiften Prismen, und besitzt einen salzig bittern Geschmack, man bedient sich seiner vorzüglich zur Darstellung der concentrirten Essigsäure.

4) Das essigsaure Ammoniak krystallisirt in dünnen Prismen von eigenthümlich stechendem Geschmack; es wird unter dem Namen Spiritus Mindereri oft als schweißtreibendes Mittel angewandt.

5) Der essigsaure Baryt krystallisirt in dünnen durchsichtigen Nadeln, und ist in Wasser auflöslich; er wird als chemisches Reagens zur Niederschlagung der Schwefelsäure angewandt.

6) Das essigsaure Eisenoxydul krystallisirt in Säulen von grüner Farbe; das Eisenoxyd ist unkrystallisirbar, es bildet eine rothbraune Auflösung, die unter dem Namen der Eisenbeize, Eisenbrühe oder Schwarzbeize, zur Darstellung schwarzer und anderer dunkeln Farben benutzt wird. Durch Benetzung mit Weinessig rosten Eisenfeile sehr schnell, und erhalten dadurch eine große Cohärenz, so daß man sich auch dieses Mittels bedient, um Eisen in Steine zu befestigen.

7) Das neutrale essigsaure Kupfer krystallisirt in dunkelgrünen, durchscheinenden, geschobenen Säulen, welche einen metallisch zusammenziehenden Geschmack besitzen, und unter dem Namen des krystallisirten Grünspans im Handel sind; das basischessigsaure Kupfer bildet den gewöhnlichen oder sogenannten trockenen Grünspan.

8) Das neutrale essigsaure Blei bildet den Bleizucker, der in wasserhellen Krystallen in Form geschobener 4seitiger Säulen krystallisirt, einen süßlich zusammenziehenden Geschmack besitzt und in Gewerben, in der Medicin und als chemisches Reagens angewandt wird.

9) Das basisch-essigsaure Blei bildet in verschiedenen Verhältnissen mehr oder weniger vollständig in Wasser aufgelöst, den Bleiessig (Acetum satnrui), das Bleiextract (extractum saturni) und das goulardische Wasser (aqua vegetomineralis Goulardi).

Verunreinigungen und Verfälschungen d. Essigs.

§. 471. Der im Handel vorkommende Essig kann leicht mit andern Stoffen verunreinigt werden, welche weniger schnell in die Augen fallen; es gehören dahin die Versetzungen mit Schwefelsäure, Essigsäure mit metallischen und scharfen Stoffen.

Die Versetzung mit Schwefelsäure entdeckt man durch essig-

sauern Baryt, der mit Schwefelsäure einen weißen Niederschlag bildet; die Verunreinigung mit Weinsteinsäure durch basisch-kohlensaures Kali, welches man dem bis $\frac{1}{10}$ abgedampften Essig zusetzt, wobei Weinstein niederfällt; die Verunreinigung durch Kupfer, Blei oder Zinn durch die bekannten, oben bei diesen Metallen angeführten Reagentien, besonders durch Schwefelwasserstoffgas; die Beimischung ätzender scharfer Stoffe, der Seidelbastrinde, des spanischen Pfeffers, erkennt man, wenn man die Säure des Essigs durch ein Alkali neutralisirt, wodurch der scharfe Geschmack deutlicher hervortritt, vorzüglich wenn die Flüssigkeit noch etwas abgedampft wird.

Anwendungen der Essigsäure. §. 472. Die Essigsäure findet theils im verdünnten, theils concentrirten Zustand, in der Haushaltung, bei Gewerben und in der Medicin die mannigfaltigste Anwendung: in chemischer Beziehung dient sie insbesondere 1) zur Entdeckung von freiem Ammoniak, welches mit Essigdämpfen weiße Nebel bildet; 2) zur Trennung des Kalks und der Bittererde nach vorhergehendem Glühen, indem letztere dadurch in der Essigsäure unauflöslich wird; 3) zur Auflösung verschiedener Stoffe und Niederschläge, vorzüglich bei Pflanzenanalysen; 4) zur Bereitung verschiedener essigsaurer Salze, von welchen in §. 470 näher die Rede war. Von Dr. Sprengel ist die Essigsäure, im wohlfeilen Holzessig, empfohlen worden, das in Viehställen, hauptsächlich der Pferde und Schaafe, frei Ammoniak zu neutralisiren, wobei die Entfernung dieser, der Athmung unfehlbar nachtheiligen, Substanz vielleicht mehr noch vom Landwirth zu beherzigen sein dürfte, als die Gewinnung des Salzes, als Düngmittel betrachtet.

2) Die Citronsäure (Acidum citricum).

Eigenschaften. §. 473. Die Citronsäure krystallisirt in farblosen geschobenen 4seitigen Säulen von 1,617 spec. Gewicht, hat einen sehr sauren, mit Wasser verdünnt angenehmen Geschmack, ihre Krystalle zerfallen bei mäßiger Erwärmung unter Verflüchtigung ihres Krystallisationswassers zu einem weißen Pulver, in Wasser aufgelöst, geht die Säure nach und nach in Fäulniß über; durch Salpetersäure läßt sie sich in Kleesäure und Essigsäure umwandeln; sie besteht nach Berzelius im wasserfreien Zustand angenommen aus 41,369 Kohlenstoff, 3,800 Wasserstoff und 54,831 Sauerstoff.

Vorkommen. §. 474. Diese Säure findet sich nicht nur in den Citronen, sondern auch in vielen andern Früchten. Sie findet sich

1) frei und mit wenig oder gar keiner Apfelsäure gemischt, in den Citronen und Pomeranzen, in den Preußelbeeren und Moosbeeren (Vaccinium vitis idaea und Oxycoccos), in den Früchten der Traubenkirschen (Prunus Padus), der Hundsrose (rosa canina), des Bittersüßes (Solanum dulcamara), in den Wurzeln von Dahlia pinnata und Asarum europaeum.

2) Mit gleich viel Apfelsäure gemischt, in den Früchten der Stachelbeeren und Johannisbeeren (Ribes Grossularia und rubrum),

der Heidelbeeren (Vaccinium Myrtillus), Mehlbeeren (Crataegus Aria), Kirschen, Erdbeeren und Himbeeren.

§. 475. Man erhält die Citronsäure aus dem Citronsaft rein, wenn man zuerst durch Alkohol den Schleim aus dem Citronsaft scheidet, die Flüssigkeit filtrirt, den Alkohol bei gelinder Wärme abdestillirt und die Säure krystallisiren läßt; aus ihren Salzen erhält man sie, wenn man die Citronsäure durch kohlensaures Kali sättigt, durch essigsaures Blei die Citronsäure als citronsaures Blei abscheidet und dieses durch Schwefelsäure zersetzt. — Darstellung.

§. 476. Die Citronsäure bildet mit Alkalien, Erden und Metallen verschiedene Salze, die theils in Wasser löslich und mehr oder weniger krystallisirbar, theils im Wasser unauflöslich sind; in höhern Temperaturen werden sie sämmtlich zersetzt. Sie finden sich hie und da schon gebildet im Pflanzenreich; citronsaurer Kalk findet sich in den Wurzeln von Asarum europaeum und Helianthus tuberosus, citronsaures Kali in den Knollen der letztern Pflanze, in Aconitum lycoctonum und in den Früchten von Capsicum annuum. — Citronsaure Salze.

§. 477. Die Citronsäure wird außer ihrer Anwendung, als angenehmes kühlendes Mittel in der Medicin und als Zusatz zu Speisen und Getränken, auch in technischer Beziehung in der Kattundruckerei und zur Saflorfärberei benutzt. — Anwendungen.

3) Die Apfel- oder Vogelbeersäure (Acidum malicum seu sorbicum).

§. 478. Die Apfelsäure hat einen sehr sauern, der Citronsäure und Weinsteinsäure etwas ähnlichen Geschmack, ist weiß, geruchlos, krystallisirt in nadelförmigen 6seitigen Krystallen, die an der Luft durch Anziehung der Feuchtigkeit zerfließen, sie besteht nach Frommherz im wasserfreien Zustand aus 29,297 Kohlenstoff, 65,947 Sauerstoff und 4,756 Wasserstoff, nach Liebig: aus 42,11 Kohlenstoff, 56,14 Sauerstoff und 1,75 Wasserstoff. — Eigenschaften.

§. 479. Sie findet sich frei mit keiner andern Säure oder nur mit wenig Citronsäure gemischt, in den Aepfeln, Vogelbeeren (Sorbus Aucuparia), Berberisbeeren, Pflaumen, Schlehen, Fliederbeeren; mit Weinsteinsäure gemischt, findet sie sich in den Weintrauben, in der Agave americana; an Alkalien gebunden, findet sie sich in geringer Menge in sehr vielen Pflanzen. — Vorkommen.

§. 480. Man erhält diese Säure als ein Hydrat in weißen warzenförmigen Krystallen, wenn man den Saft der Aepfel oder Vogelbeeren mit essigsaurem Bleioxyd vermischt, den Niederschlag durch wiederholtes Auflösen in heißem, mit etwas Essig versetztem Wasser und Krystallisiren reinigt, das Blei durch Schwefelwasserstoff abscheidet, und dann langsam abdünstet. — Bereitung.

§. 481. Die apfelsauern Salze sind meist im Wasser auflöslich, bilden leicht saure Salze und Doppelsalze, durch Feuer werden sie sämmtlich zerstört; in der Natur findet sich am häufigsten das apfelsaure Kali und der apfelsaure Kalk. Das erstere — Apfelsaure Salze.

Salz ist im neutralen Zustand sehr auflöslich, nicht krystallisirbar; im sauern Zustand läßt es sich dagegen krystallisiren; es findet sich im Ricinus communis, Tropaeolum majus, Nicotiana rustica, Ruta graveolens, Aconitum lycoctonum; in den Wurzeln von Helianthus tuberosus, lathyrus tuberosus und Asclepias Vincetoxicum. — Der neutrale apfelsaure Kalk bildet ein körniges in 147 Theilen Wasser auflösliches Salz, das sich vorzüglich in vielen Pflanzen mit saftigen Blättern aus den Gattungen Sempervivum, Sedum, Cotyledon, Crassula, Mesembryanthemum und Portulaca findet.

Anwendungen. §. 482. Die Früchte, welche diese Säure und ihre Salze enthalten, dienen häufig als erfrischende Nahrungsmittel; im reinen Zustand wird sie gewöhnlich nicht angewandt; da sie übrigens geruch- und farblos ist, so würde sie sich in technischer Beziehung und in der Medicin oft wie die Citron- und Weinsteinsäure benutzen lassen.

4) Die Weinsteinsäure, Weinsäure, Tamarindensäure (Acidum tartaricum).

§. 483. Die Weinsteinsäure ist sehr sauer, aber angenehm schmeckend, stark auf Lackmus reagirend, krystallisirt meist in länglichen 4seitigen, an den Kanten zugeschärften Tafeln von 1,596 spec. Gewicht, welche farblos sind, sich an der Luft nicht verändern und sich im Wasser leicht auflösen; sie besteht nach Döbereiner aus 33,13 Kohlenstoff, 64,09 Sauerstoff und 2,78 Wasserstoff; nach Berzelius aus 36,81 Kohlenstoff, 3,00 Wasserstoff und 60,19 Sauerstoff; mit den salzfähigen Grundlagen bildet sie eigenthümliche Salze.

Vorkommen. §. 484. Die Weinsteinsäure findet sich vorzüglich in dem Saft der Weintrauben als saures weinsteinsaures Kali; sie findet sich auf ähnliche Art mit mehr oder weniger andern Stoffen gemischt, auch in dem Saft der Tamarinden, Maulbeeren, des Sauerampfers, in den Beeren von Rhus Coriari, in den Wurzeln von Triticum repens und Leontodon Taraxacon.

Bereitung. §. 485. Während der stillen Gährung setzt sich das saure weinsteinsaure Kali als Weinstein ab; dieser wird durch wiederholtes Auflösen und Krystallisiren von den Farbstoffen und andern Unreinigkeiten gereinigt, und dadurch der gereinigte Weinstein (Cremor tartari) erhalten. Um aus diesem die Weinsteinsäure abzuscheiden, löst man den Weinstein in siedendem Wasser auf und setzt so lange Kreide zu, als noch ein Aufbrausen erfolgt; es bildet sich dadurch weinsteinsaurer Kalk, der zu Boden fällt; wird dieser durch Schwefelsäure zerlegt, so bildet sich Gyps, den man absondert und flüssige Weinsteinsäure, die man abdünstet und krystallisiren läßt.

Anwendungen. §. 486. Die Weinsteinsäure dient vorzüglich zur Entdeckung des Kalis, mit welchem sie bei gehörigem Ueberschuß saures weinsteinsaures Kali (Weinstein) bildet, das sich in zarten krystallinischen Körnern ausscheidet.

Von ihren Salzen werden 5 in den Gewerben und in der Medicin angewandt; das neutrale und saure weinsteinsaure Kali (Tar-

tartarus tartarisatus und Cremor tartari), das weinsteinsaure Kali-Natron, ein Doppelsalz, das unter dem Namen Seignettsalz bekannt ist, das weinsteinsaure Kali-Eisen (tartarus chalybeatus) und das weinsteinsaure Antimonialkali (Tartarus emeticus oder Brechweinstein).

5) Die Sauerkleesäure, Kleesäure oder kohlige Säure (Acidum oxalicum).

§. 487. Die Sauerkleesäure krystallisirt gewöhnlich in vierseitigen Prismen, mit abwechselnden breiten und schmalen Seitenflächen, zuweilen auch in rhomboidalen Tafeln, die an der Luft verwittern; sie ist in Wasser, Weingeist, fixen und flüchtigen Oelen auflöslich, schmeckt sehr sauer, wirkt sehr stark auf den thierischen Körper, so daß schon ein Loth tödtliche Wirkungen hervorbringen kann; sie geht mit Alkalien und Erden viele Verbindungen ein; sie zersetzt alle Salze, deren Basis Kalk ist, indem sie mit diesem ein im Wasser unauflösliches Salz bildet. Merkwürdig ist es, daß diese Pflanzensäure keinen Wasserstoff enthält; sie besteht dem Gewicht nach aus 66,67 Sauerstoff, und 33,33 Kohlenstoff, sie läßt sich daher nach Döbereiner auch kohlige Säure nennen, und als aus gleichen Raumtheilen Kohlensäure und Kohlenoxydgas zusammengesetzt ansehen.

§. 488. Die Sauerkleesäure findet sich theils frei, theils in Verbindung mit Kali in vielen Pflanzen; namentlich findet sie sich im Saft verschiedener Arten von Sauerklee, Sauerampfer und Rhabarber, in der Flüssigkeit, welche aus den Haaren der Kichererbsen ausschwitzt; im Saft vieler Flechten findet sie sich in Verbindung mit Kali; die krustenartig auf Felsen und Baumrinden wachsenden Flechten enthalten oft beinahe die Hälfte ihres Gewichts an kleesaurem Kalk. Sie bildet sich bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Zucker, und viele andere organische Stoffe, namentlich auf Gummi, Mehl, Gallerte, Sehnen, Wolle, Seide; sie bildet zuweilen einen Bestandtheil der Harnsteine; im Mineralreich fand man sie als sauerkleesaures Eisen, im Eisenresin oder Humboldtin. Vorkommen.

§. 489. Das im Handel vorkommende Sauerkleesalz wird gewöhnlich aus dem eingedickten Saft von Sauerklee bereitet, es besteht aus saurem kleesaurem Kali; um die Säure aus diesem Salz darzustellen, sättigt man die vorherrschende Säure durch Kali, zersetzt das neutrale Salz durch essigsaures Blei, wodurch man kleesaures Blei erhält, aus welchem man durch Schwefelsäure die Kleesäure abscheidet. Bereitung.

Um diese Säure aus Zucker darzustellen, löst man einen Theil Zucker in 6 Theilen Salpetersäure von 1,120 spec. Gewicht auf, und erhitzt das Ganze in einer Retorte, bis die Salpetersäure zersetzt zu werden anfängt, wobei man die Destillation so lange fortsetzt, bis sich keine rothen Dämpfe mehr entwickeln; aus der zurückbleibenden Flüssigkeit erhält man dann durch Krystallisation die Kleesäure; man nannte sie von dieser Bereitungsart auch Zuckersäure; Berzelius und Döbereiner zeigten jedoch, daß bei dieser Bereitung aus Zucker noch eine zweite Säure in der Mutterlauge un-

krystallisirt zurückbleibt, welche man auch ausschließend Zuckersäure genannt wurde.

Anwendung. §. 490. Die Kleesäure ist rein, und in ihren Salzen eins der empfindlichsten Reagentien für Kalk, der dadurch aus allen Auflösungen niedergeschlagen wird, auch dient sie zu verschiedenen andern analytischen Untersuchungen. — In Kattundruckereien wird die Kleesäure als Aetzbeize angewandt. — Das Sauerkleesalz benutzt man zum Wegnehmen der Tinten- und Rostflecken von Leinwand, gewöhnlich verschwinden diese besser, wenn man das Salz in einen zinnernen Löffel bringt, wobei die Anwesenheit des Zinns zugleich wirksam und oft selbst nothwendig ist; Erwärmung befördert die Wirkung; auch zur Belebung der rothen Farbe des Saflors bedient man sich dieses Salzes.

Das sauerkleesaure Quecksilber- und sauerkleesaure Silberoxyd bilden verpuffende Verbindungen, die durch bloße Erwärmung detoniren.

6) Die Ameisensäure (Acidum formicicum).

§. 491. Diese Säure wurde längst als eine eigenthümliche thierische Säure angenommen; erst in neuern Zeiten gelang es Döbereiner, sie auch künstlich aus der Weinsteinsäure darzustellen.

Sie ist farblos, riecht stechend sauer, ähnlich der Ausdünstung eines Ameisenhaufens, und schmeckt rein sauer; sie besitzt bei 16° R ein spec. Gewicht von 1,116, läßt sich wie Essigsäure destilliren, ist aber nicht krystallisirbar. Sie bildet mit Alkalien, Erden und Metallen eigene Salze, welche salzigbitter schmecken, und beim Uebergießen mit Schwefelsäure den Geruch der Ameisensäure entwickeln; sie besteht aus 32,97 Kohlenstoff, 64,22 Sauerstoff und 2,80 Wasserstoff; sie läßt sich nach Döbereiner als eine Verbindung von Kohlenoxyd mit Wasser ansehen.

Bereitung. §. 492. Man kann diese Säure aus den Ameisen, entweder durch bloße Destillation, oder durch einen Aufguß von kochendem Wasser erhalten, das man nachher abdestillirt, ohne den Rückstand zu verbrennen, das Uebergegangene neutralisirt man mit kohlensaurem Kali, und zerlegt das trockene ameisensaure Kali mit saurem schwefelsaurem Kali. — Aus Weinsteinsäure erhält man sie, wenn man ein Gemeng von Weinsteinrahm, schwarzem Braunsteinoxyd und Wasser erhitzt, woraus sich unter starkem Aufbrausen Kohlensäure entwickelt, während Ameisensäure übergeht.

Anwendungen hat sie wenig; als äußerliches Mittel wird sie gegen Lähmungen benutzt. Neuerdings ist das ameisensaure Natron als das beste und leichtest auszuführende Reductionsmittel, um Metalle z. B. Arsenikvergiftungen zu entdecken, empfohlen worden. Erdmann's Journ. f. prakt. Chemie. Jahrg. 1835. No. 23 u. 24. S. 233.

7) Die Benzoesäure (Acidum benzoicum).

Eigenschaften. §. 493. Die Benzoesäure krystallisirt in weißen nadelförmigen, etwas biegsamen Prismen, sie läßt sich sublimiren, in

welcher Form sie unter dem Namen der Benzoëblumen (Flores benzoës) bekannt ist; sie schmeckt nicht sehr sauer, erregt aber ein stechendes Brennen im Schlunde; im reinen Zustand ist sie geruchlos; sie löst sich im Alkohol leicht, in Wasser schwerer auf; zur Auflösung in kaltem Wasser bedarf sie 400 Theile, in der Siedhitze nur 20 Theile Wasser. Sie besteht aus 74,43 Kohlenstoff, 4,34 Wasserstoff und 21,23 Sauerstoff. — Mit den salzführenden Basen bildet sie eigenthümliche Salze, welche durch alle Säuren, mit Ausnahme der Kohlensäure und Boraxsäure, zerlegt werden, und das rothe Eisenoxyd aus seinen Auflösungen in Säuren fleischfarben fällen.

Vorkommen.

§. 494. Diese Säure findet sich in mehreren Harzen und Balsamen, am reichlichsten im Benzoëharz; auch im Storax, Zimmt, Kalmus, in der Vanille, Wirkenrinde, in den Blüthen der Steinkleearten, in den Tonkobohnen, im Harn der kräuterfressenden Thiere und der Menschen. Bei der Destillation von Fett erhält man diese Säure in Verbindung mit einem fettartigen Stoff, welche Verbindung man früher für eine eigenthümliche Säure hielt, und Fettsäure nannte.

Bereitung.

§. 495. Man kann diese Säure aus dem Benzoëharz durch bloße Sublimation darstellen, wobei man von dieser Säure etwa $\frac{1}{10}$ des angewandten Harzes erhält; vortheilhafter bereitet man sie auf nassem Wege, wenn man 4 Unzen gepülverte Benzoë mit 3 Quentchen kohlensaurem Kali und 3 Pfund Wasser eine Stunde lang kocht, das Harz alsdann herausnimmt, zerreibt und aufs Neue kocht; dieses abwechselnde Zerreiben und Kochen kann man 3mal wiederholen; nach dem Erkalten zersetzt man die Flüssigkeit durch Schwefelsäure.

Anwendungen.

§. 496. Die leicht auflöslichen benzoësauren Salze werden bei chemischen Analysen zur Abscheidung des Eisenoxyds aus Auflösungen benutzt, worin sich zugleich Alkalien und Erden befinden; die Benzoësäure fällt das Eisenoxyd als ein röthlicher schwerauflöslicher Niederschlag, wenn die Auflösung keine überschüssige Säure enthält, oder sich das Eisen nicht im oxydulirten Zustand in der Auflösung findet; auch zur Abscheidung des Braunsteins von Eisen wird die Benzoësäure benutzt.

8) Die Bernsteinsäure (Acidum succinicum).

§. 497. Diese Säure krystallisirt in durchscheinenden weißen luftbeständigen Prismen, mit stark abgestumpften Endspitzen von 1,55 spec. Gewicht, ihr Geschmack ist sauer und warm, etwas scharf, rein ist sie geruchlos; wird sie über 80° R erhitzt, so zersetzt sie sich zum Theil, während sich ein anderer Theil sublimirt; im siedenden Wasser ist sie auflöslicher, als im kalten; nach Berzelius besteht sie aus 48,48 Kohlenstoff, 3,96 Wasserstoff und 47,56 Sauerstoff. Mit den salzfähigen Grundlagen bildet sie Salze, welche im aufgelösten Zustande das rothe Eisenoxyd aus den Säuren als bernsteinsaures Eisenoxyd mit dunkelorangerother, oder braunrother Farbe fällen.

Vorkommen.

§. 498. Die Bernsteinsäure findet sich im Bernstein,

14*

einem Harz untergegangener Bäume die [illegible] in neuern Zeiten wurde sie auch in Terpetinarten aufgefunden; John erhielt sie auch durch Gährung zuckerhaltiger Pflanzenstoffe.

Bereitung. Man erhält sie aus dem Bernstein, wenn man eine Retorte etwa bis zur Hälfte mit zerstückeltem Bernstein füllt, die Oberfläche mit trockenem Sand bedeckt, und bei mäßiger Wärme destillirt. Es geht zuerst eine wässerige, und dann eine schwachsaure Flüssigkeit über, bei Fortsetzung des Processes setzt sich ein Theil der Bernsteinsäure in Nadeln im Hals der Retorte an.

Anwendungen. §. 449. Das bernsteinsaure Natron dient als eins der empfindlichsten Reagentien, um das Eisen von Braunstein zu scheiden; auch Kobalt und Nickel lassen sich dadurch von Eisen trennen. Die Bernsteinsäure selbst wird in der Medicin als ein krampfstillendes Mittel benutzt.

9) Die Schleim- oder Milchzuckersäure (Acidum mucicum seu saccharolacticum).

§. 500. Diese Säure läßt sich aus Milchzucker und vielen Gummiarten darstellen, sie bildet ein weisses, sandiges, zwischen den Zähnen knirschendes Pulver von schwachsaurem Geschmack, welches zur Auflösung in der Siedhitze 60 Theile, bei mittlerer Temperatur 200 Theile Wasser nöthig hat; läßt man eine in der Siedhitze gesättigte Auflösung erkalten, so setzen sich krystallinische Rinden von unbestimmter Form ab; in Alkohol ist sie unauflöslich, sie läßt sich nicht destilliren, durch Hitze wird sie vielmehr sogleich zersetzt; sie bildet eigenthümliche Salze, die meist im Wasser unauflöslich sind; ihre Bestandtheile sind 34,29 Kohlenstoff, 60,95 Sauerstoff, und 4,76 Wasserstoff, nach andern, 34,39 Kohlenstoff, 4,73 Wasserstoff und 60,88 Sauerstoff.

Bereitung. §. 501. Man erhält diese Säure aus Milchzucker, wenn man einen Theil desselben mit 5 Theilen mäßig starker Salpetersäure gelind so lange erhitzt, bis keine rothen Dämpfe mehr erscheinen. Beim Erkalten fällt dann die Schleimsäure als ein weisses Pulver nieder, durch wiederholtes Auswaschen mit kaltem Wasser kann sie dann von der beigemengten Klee- und Apfelsäure gereinigt werden.

10) Die Milchsäure, Reißsäure, Hefen- oder zumische Säure (Acidum lacticum).

§. 502. Diese Säure wurde zuerst in sauergewordener Milch aufgefunden, sie findet sich aber auch in vielen andern von selbst sauer gewordenen Substanzen; im aufgelösten Sauerteig, in den mit Wasser gekochten Bohnen und Erbsen, Reiß, Rübensaft, wenn man diese Stoffe stehen läßt, bis sie sauer werden; sie findet sich außer der Milch auch in den übrigen thierischen Flüssigkeiten, und im [illegible]. — Sie läßt sich auch im reinen Zustande nicht krystallinisch darstellen, sondern bleibt unter der Gestalt eines Syrups oder Extracts; sie ist mäßig sauer, bräunlichgelb, dickflüssig, im Wasser und Alkohol

leicht auflöslich. Sie bildet mit allen basischen Oxyden zerfließliche Salze; Zink und Eisen werden von ihr unter Entwickelung von Wasserstoffgas aufgelöst.

§. 503. Man erhält diese Säure aus der Milch, wenn man die Molken bis zur Trockene verdunstet, den Rückstand mit Weingeist übergießt, die Auflösung mit kohlensaurem Blei digerirt, wodurch man milchsaure Bleiauflösung erhält, die man dann durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas zersetzen kann; das Gas fällt das Blei, und die Milchsäure bleibt dann in dem Alkohol aufgelöst, welche man dann durch Abdampfen bis zur Syrupsconsistenz in möglichst reinem Zustande erhält. Bereitung.

11) Die Gallussäure oder Galläpfelsäure (Acidum gallicum).

§. 504. Man findet diese Säure in vielen vegetabilischen Substanzen, welche einen zusammenziehenden Geschmack besitzen; am reichlichsten in den Galläpfeln, in Verbindung mit Gerbstoff und andern Stoffen; sie scheint indeß kein näherer Bestandtheil der adstringirenden Pflanzenstoffe zu sein, sondern nur erst bei der Zersetzung derselben gebildet zu werden. Sie hat einen herben, sauern Geschmack, krystallisirt in feinen, seidenglänzenden, schneeweißen Nadeln, und braucht 24 Theile kaltes, und 3 Theile kochendes Wasser zur Auflösung; durch Salpetersäure läßt sie sich in Kleesäure verwandeln. Bei Erhitzung in freier Luft schmilzt die Gallussäure, verflüchtigt sich unter weißen gewürzhaft riechenden Dämpfen, und verbrennt mit Flamme unter Zurücklassung einer harten, sehr schwer verbrennlichen Kohle; sie besteht aus 57,26 Kohlenstoff, 4,73 Wasserstoff 38,01 Sauerstoff. Sie hat die Eigenschaft, die meisten Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren niederzuschlagen; sie fällt das Eisen schwarz, Gold, Silber, Kupfer und Chrom braun, Quecksilber, Wißmuth und Columbium orange, Blei, Spießglanz und Cererium weiß.

§. 505. Erhitzt man gestoßene Galläpfel behutsam in einer gläsernen Retorte, so sublimirt sich die Gallussäure im Hals der Retorte in nadelförmigen und blättrigen Krystallen, während zugleich etwas brenzliches Oel übergeht; reiner erhält man sie, wenn man eine Abkochung der Galläpfel bei gelinder Wärme bis zur Trockene abdampft, die trockene dunkelbraune Masse zu feinem Pulver reibt und sie in einem verschlossenen Gefäß mit der doppelten Menge absolutem Alkohol unter fleißigem Umschütteln des Gefäßes digerirt; wird alsdann der weingeistige Auszug bis zur Trockene abgedünstet, der Rückstand im Wasser gelöst, filtrirt und bei gelinder Wärme verdunstet, so bleibt die Säure in krystallinischer Form zurück. Bereitung.

§. 506. Die Gallussäure ist eins der wichtigsten Mittel zur Erkennung vieler Metalle; zu diesem Zweck wird gewöhnlich die Galläpfeltinktur angewandt, die außer Gallussäure zugleich Gerbstoff enthält, und dadurch für die meisten Metalle weit empfindlicher Anwendung.

ist, als reine Gallussäure; man erhält diese Tinctur, wenn man 1 Theil grobgepülverte Galläpfel mit 6 Theilen Alkohol digerirt.

In technischer Beziehung wird die Gallussäure gewöhnlich gleichfalls in Verbindung mit Gerbstoff zum Schwarzfärben und zur Bereitung der Tinte benutzt.

a) Der Grad der Oxydation der Metalle hat sehr auf die Farbe ihrer Niederschläge Einfluß, Gallussäure bildet mit Eisen nur dann eine schwarze Farbe, wenn es sich zuvor im Zustand des rothen Oxyds befand; die Tinte wird blässer, wenn das Eisen weniger oxydirt ist, sie erhält in diesem Fall erst durch zunehmende Oxydation ihre dunkelschwarze Farbe; die schwarze Farbe verschwindet, wenn eine Säure oder ein Alkali zugesetzt wird, welche die Gallussäure vom Eisenoxyd trennt.

12) Die pektische Säure oder Gallertsäure (Acidum pecticum).

§. 507. Die pektische Säure wurde erst vor wenigen Jahren von Braconnot entdeckt; sie ist im Pflanzenreich sehr häufig verbreitet und mit dem Stoff, welchen man früher Pflanzengallerte nannte, ganz übereinstimmend; sie scheint die organisirende Substanz der Vegetabilien überhaupt zu bilden.

Sie hat eine gallertartige Consistenz, ist kaum gefärbt, besitzt einen merklich sauern Geschmack und röthet das Lackmuspapier; im kalten Wasser ist sie nur sehr wenig, auflöslicher ist sie im siedenden Wasser; sie wird daraus durch Alkohol, Säuren, Salze, Zucker in Gestalt einer Gallerte abgeschieden; mit Hülfe gelinder Wärme entwickelt sie aus den Auflösungen kohlensaurer Alkalien Kohlensäure; mit den Alkalien bildet sie im Wasser leicht auflösliche Salze; läßt man Gallertsäure in einer Schale eintrocknen, so zeigt sie sich in Form durchsichtiger Blättchen, welche dem Gefäß fast nicht anhängen und im kalten Wasser nur wenig aufschwellen.

Bereitung. §. 508. Man erhält diese Säure am leichtesten aus weißen Rüben. Man preßt den Saft derselben aus, zieht den ausgepreßten Rückstand kochend mit durch Salzsäure geschärftem Wasser aus, wäscht ihn ab und erwärmt ihn mit einer sehr verdünnten Auflösung von Kali und Natron; man erhält dadurch eine dicke, schleimige, wenig alkalische Flüssigkeit, aus welcher Salzsäure die Gallerte ausscheidet, die dann blos noch gewaschen zu werden braucht.

Anwendung. §. 509. Das gallertsaure Kali hat die Eigenschaft, schon in geringer Menge große Quantitäten Zuckerwasser gallertartig gerinnen zu machen; es eignet sich dadurch zur Anwendung in der Zuckerbäckerei und zur Darstellung von Pflanzengallerten überhaupt, die leicht verschieden gefärbt und durch Gewürze angenehm gemacht werden können.

a) Um eine Citronengelee zu bereiten, nimmt man einen Theil gut abgetropfte gallertförmige Säure, rührt sie in 8 Theilen destillirtem Wasser und setzt eine kleine Menge reine verdünnte Kali- oder Natronlauge zu, bis die Säure aufgelöst und gesät-

tigt ist, was man leicht durch geriebene Lackmuspapier erkennt; diese Auflösung erhitzt man und läßt 3 Theile Zucker darin zergehen, von welchen man einen Theil an Citronenschalen abgerieben hat; um nun das gallertsaure Kali zu zersetzen, setzt man zu der Flüssigkeit eine kleine Menge sehr verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure, etwa von der Stärke des Essigs und rührt das Gemisch um, welches bald darauf zum Gelee gesteht.

---

§. 510. Außer diesen 12 Säuren, von welchen mehrere durch Temperaturerhöhung in sogenannte brenzliche Säuren übergehen, finden sich im Pflanzenreich und dessen Producten noch viele Säuren, deren Vorkommen bis jetzt blos in einzelnen Arten oder Familien von Pflanzen nachgewiesen wurde, von welchen auch mehrere noch problematisch und nicht genügend untersucht sind. Da sie im reinen Zustand bis jetzt keine nähern Anwendungen besitzen, so wird es genügen, die wichtigern derselben hier blos dem Namen nach anzuführen; es gehören dahin die Chinasäure, Mekonsäure, Lactucasäure, Senfsäure, Schwammsäure, Boletsäure, Jagasursäure, Stocklacksäure u. a. m.

II. Saure, gefärbte, nicht krystallisirbare Pflanzenstoffe.

§. 511. An die ausgebildeten Pflanzensäuren schließen sich mehrere Stoffe an, welche bis jetzt weder farblos, noch krystallinisch dargestellt werden konnten, ob sie sich gleich noch durch Reaction auf Pigmente und Fällungen, die sie mit Metallauflösungen eingehen, den Säuren ähnlich verhalten, und daher oft auch Säuren genannt werden. Die meisten derselben zeigen verschiedene Modificationen und sind wahrscheinlich noch einer weitern Zerlegung in nähere Pflanzenbestandtheile fähig; es gehören dahin der Gerbstoff oder die Gerbsäure, das Ulmin mit dem Humus und der Humussäure und verschiedene Extractivstoffarten.

1) Vom Gerbstoff oder Gerbsäure, Tannin.

Eigenschaften und Vorkommen.

§. 512. Man bezeichnet mit Gerbstoff alle diejenigen Pflanzenstoffe, welche einen zusammenziehenden Geschmack haben, im Wasser auflöslich sind und die Eigenschaft besitzen, mit Eisenoxydsalzen entweder dunkelblaue, ins Schwarze oder Grüne gefärbte, mit Gallerte oder Tischlerleim aber in Wasser unauflösliche Niederschläge zu geben; durch letztere Eigenschaft unterscheidet sich der Gerbstoff wesentlich von der reinen Gallussäure; die saure Reaction, welche dieser Stoff auch nach sorgfältigem Auswaschen noch zeigt, veranlaßte Döbereiner, ihn Gerbsäure zu nennen.

Der Gerbstoff ist im Wasser, verdünntem Weingeist und wasserhaltigen Schwefeläther auflöslich, unauflöslich im absoluten Alkohol, und in den Oelen, hat einen herben, zusammenziehenden Geschmack, er erhärtet, ohne zu krystallisiren, in eine braune, spröde Masse von muschlichem Bruch, wenn das Wasser von ihm verflüchtigt wird;

ihre Auflösung im Wasser fällt das Stärkemehl, die Gallerte, den Eiweiß-, Käse- und Faserstoff und thierischen Schleim aus ihren Auflösungen. Er besteht nach Pelouze's und Liebigs Untersuchungen aus 51,360 Kohlenstoff, 3,762 Wasserstoff und 44,878 Sauerstoff.

Er findet sich in 2 Abänderungen als eisenblaufällender und eisengrünfällender Gerbstoff; der erstere fällt das Eisenoxydsalz blau, schwarz, der letztere grün; der erstere findet sich in den Galläpfeln, dem Holz und der Rinde der Eiche, im Sumach, in den Granatschalen, in der Rinde vieler Laubholzarten; der letztere in der Rinde der Fichten, Kiefern, in der Tormentillwurzel, im Thee, in der China und Zimmtrinde, im Katechu.

Bereitung. §. 513. Man erhält den Gerbstoff aus Galläpfeln, wenn man das wäßrige Galläpfelextract mit schwachem Weingeist auszieht, und nach dem Abdampfen das trockene Extract so lange mit absolutem Alkohol auszieht, bis dieser auf die Eisensalze nicht mehr reagirt, der Rückstand ist Gerbstoff oder, nach Pelouze: mittels eines Aufgusses von wasserhaltigem Schwefeläther; die spec. schwerere Schicht der Auflösung enthält den Gerbstoff, der, wiederholt mit Schwefeläther gewaschen, unter der Glocke der Luftpumpe getrocknet wird.

Anwendung. §. 514. Der Gerbstoff wird in Verbindung mit Gallussäure, wie er sich gewöhnlich in der Natur findet, häufig als schwarzes Färbematerial benutzt; außerdem ist seine wichtigste Anwendung die zur Lederfabrikation, indem ausgebildetes Leder nichts anderes ist, als eine Verbindung des Gerbstoffs mit der in den Thierhäuten enthaltenen Gallerte.

2) Vom Ulmin, Moderstoff, Humus und der Humussäure.

§. 515. Dieser Stoff bildet sich am häufigsten durch Verwesung von Pflanzen, von Holzfasern und organischen Stoffen überhaupt, in reichlicher Menge findet er sich oft im bituminösen Holz, im Torf, in der Dammerde; Braconnot fand ihn auch im Ruß, Vauquelin in der Ulmenrinde, nach welcher er auch Ulmin genannt wurde; wird er im aufgelösten Zustand dem Strom der voltaischen Säule ausgesetzt, so zieht er sich, einer Säure ähnlich, auf die positive Seite, wie dieses schon im Jahr 1817 näher durch Versuche von mir nachgewiesen wurde *), er reagirt schwach sauer, und wurde daher in neuern Zeiten von Döbereiner und Sprengel, dem wir die gründlichste Untersuchung dieser Substanz verdanken, Humussäure genannt; er nähert sich in manchen Beziehungen dem Gerbstoff und der Gallussäure; seine Farbe, Nichtkrystallisirbarkeit sowohl rein, als in Verbindung mit Basen und manche seiner Eigenschaften, die je nach den Körpern, aus welchen er gebildet wird, etwas verschieden sind, macht es jedoch wahrscheinlich, daß er richtiger in diese Abtheilung von Körpern gestellt wird.

*) Im 5ten Heft der landwirthschaftlichen Blätter von Hofwyl. Arau bei Sauerländer. Seite 83—84.

§. 516. Die Humussäure, worunter man den von andern organischen Stoffen gereinigten Humus oder Moderstoff versteht, erscheint im feuchten Zustand als eine schlüpfrige, schwarzbraune Masse von großer wasserhaltender Kraft; 100 Gewichtstheile lassen beim Austrocknen nur 5 Theile feste Substanz zurück, welche sich beim Austrocknen stark zusammenziehen und in größere und kleinere unregelmäßige Stücke von muschligem Bruch und glänzend schwarzer, dem Gagat ähnlicher Farbe zerfallen. Auch beim langsamen Abdünsten ist sie nicht fähig zu krystallisiren, aus der Luft zieht sie Feuchtigkeit an, ohne jedoch zu erweichen oder flüssig zu werden, sie röthet im feuchten Zustand schwach Lackmus, vorzüglich wenn sie erwärmt wird, sie hat einen schwach säuerlichen, nachher etwas zusammenziehenden Geschmack; im warmen Wasser ist sie in bedeutend höherem Grad auflöslich, als im kalten, vom siedenden Wasser bedarf feuchte Humussäure 150—160; von Wasser von 15° R. 2500 Theile und von eiskaltem Wasser selbst 6500 Theile zur Auflösung. — Aus der Auflösung im siedenden Wasser scheidet sie sich nicht mehr durch bloßes Erkalten, sondern nur dann wieder ab, wenn das Wasser gefriert, wobei sie in schwarzbraunen Flocken zu Boden fällt. Durch künstliches Austrocknen wird sie im Wasser unauflöslich, wie durch Frost; durch Wärme läßt sie sich nicht ohne Zersetzung verflüchtigen; auch auf nassem Wege zersetzt sie sich leicht; wird sie feucht lange Zeit der Luft ausgesetzt, so bildet sich eine Schimmelhaut und es entweicht unter Sauerstoffabsorption Kohlensäure; wird sie über 90° R. erhitzt, so wird sie zerstört; bei der trocknen Destillation liefert sie Kohlensäure, Kohlenstoffoxyd, Kohlenwasserstoffgas, Essigsäure, brenzliches Oel und Wasser mit Zurücklassung von Kohle. Sprengel fand die aus Torf dargestellte Humussäure, bestehend aus 58,0 Kohlenstoff, 39,9 Sauerstoff und 2,1 Wasserstoff. — Sie geht mit den salzfähigen Basen Verbindungen ein, die jedoch nicht krystallisirbar sind; auch scheint sie mit mehreren Basen keine gleichförmigen Sättigungscapacitäten zu besitzen.

Eigenschaften*).

§. 517. Die Humussäure läßt sich am reichlichsten aus Torf abscheiden. Das Verfahren von Sprengel, dessen ich mich gleichfalls wiederholt bediente, ist dieses: Man übergießt den zuvor getrockneten und pulverisirten Torf zuerst mit verdünnter Salzsäure, um die etwa darin enthaltenen freien alkalischen Stoffe wegzuschaffen, filtrirt das Ganze und läßt nun den so gereinigten Torf einige Tage in einem verschlossenen Gefäß mit Ammoniak digeriren; man erhält dadurch eine schwarzbraune Auflösung von humussaurem Ammoniak, aus welchem man durch Versetzung mit Salzsäure die Humussäure in schwarzbraunen Flocken abscheidet, die nun durch lange fortgesetztes Aussüßen mit Wasser von der ihr anhängenden Salzsäure

Bereitung.

*) Mehrere dieser Eigenschaften lernten wir erst in neuester Zeit durch H. Dr. Sprengel aus seiner schätzbaren Abhandlung über den Pflanzenhumus näher kennen (Kastners Archiv der Naturlehre, 8ter Band, 1826. Seite [illegible]).

gereinigt werden muß. Diese Humussäure kann noch Eisenoxyd und Thonerde enthalten; um sie von diesen zu reinigen, löst man sie noch einmal in kohlensaurem Natron auf, wobei diese beiden Stoffe unaufgelöst zurückbleiben und das humussaure Natron auf dieselbe Art durch Salzsäure zersetzt wird.

a) Beim Aussüßen der auf einem Filtrum liegenden Humussäure bleibt das Aussüßwasser so lange ungefärbt, als die auf dem Filtrum liegende Humussäure noch mit etwas von der Säure verunreinigt ist, durch welche sie von ihrer Verbindung mit einem alkalischen Stoff getrennt wurde; so wie aber diese Säure mehr und mehr verschwindet, so löst sich auch die Humussäure im Wasser wiederum auf und färbt dieses weingelb.

Einfluß der Humussäure auf die Vegetation.

§. 518. Die Humussäure ist frei und in ihren verschiedenen Verbindungen mit Basen in Form von humussauren Salzen das vorzüglichste Nahrungsmittel beim Wachsthum der Pflanzen. Die humussauren Salze von Kali, Natron und Ammoniak sind in Wasser sehr auflöslich; weniger auflöslich sind die von Bittererde und Kalkerde; sehr wenig auflöslich sind die von Baryt, völlig unauflöslich im Wasser sind die basisch humussauren Salze von Thonerde und Eisenperoxyd. Von ihren nähern Verschiedenheiten wird weiter unten in der Agronomie beim Humus und den Ackererden die Rede sein.

3) Vom Extractivstoff.

§. 519. Dampft man die wäßrigen oder geistigen Aufgüsse oder Abkochungen der Pflanzen ab, so bleibt ein Rückstand, den man bisher Extractivstoff nannte. Einen besonderen Extractivstoff giebt es aber schwerlich, da die Erfahrung bisher gelehrt hat, daß dergleichen Extracte wieder in mancherlei andere Bestandtheile zerlegt werden können. Nur mit dem Bitterstoff ist dieß noch nicht vollkommen gelungen, obschon die verschiedenen Modificationen in einzelnen Pflanzenarten auf eine weitere Zerlegbarkeit hindeuten.

Bitterer Extractivstoff.

§. 520. Der bittere Extractivstoff findet sich in sehr vielen Pflanzen, er ist unkrystallisirbar, im Wasser und wasserhaltigem Weingeist löslich, Lackmus häufig an der Luft etwas röthend, der Luft ausgesetzt, bräunt er sich bald, im trocknen Zustand ist er spröde, von muschligem Bruch, schwerer als Wasser; in Wasser aufgelöst, fällt er mehrere Metallsalze mit eigenthümlichen Farben. Gewöhnlich bezeichnet man die einzelnen Arten des bittern Extractivstoffs nach den Pflanzen, in welchen er sich findet; z. B. Aloëbitter, Coloquinthenbitter, Rhabarberbitter, Hopfenbitter ꝛc.

III. Neutrale Pflanzenstoffe.

§. 521. In dieser Abtheilung stehen die sich vorzugsweise neutral verhaltenden Pflanzenstoffe, in welchen das Verhältniß

zwischen Sauerstoff das nämliche oder ziemlich das nämliche ist, wie im Wasser, und die keinen oder nur sehr wenig Stickstoff enthalten. Es gehören dahin das Gummi, der Pflanzenschleim, das Stärkemehl, der Zucker und die Holzfaser.

1) Das Gummi, Acacin.

§. 522. Es findet sich am reinsten im arabischen Gummi, welches von verschiedenen Acacienarten (Acacia vera, gummifera und Senegal) erhalten wird; auch viele Pflanzen unseres Klimas enthalten es in verschiedenen Modificationen; das sogenannte Albumen mehrerer Samen besteht vorzüglich aus Gummi; auch aus der Rinde mancher unserer Bäume schwitzt es aus. Es ist eine farblose, durchsichtige, spröde und starre Substanz, welche sowohl im kalten, als heißen Wasser, nicht aber in Alkohol auflöslich ist, und sich daher aus seiner wäßrigen Auflösung durch Alkohol fällen läßt; auch in Aether, fetten und ätherischen Oelen ist es unauflöslich; es ist nicht krystallisirbar; seine Auflösung in Wasser ist klar, aber klebrig. Es bildet einige in Wasser unauflösliche Verbindungen mit Alkalien, Erden und andern Oxyden, die es zuweilen selbst aus Salzauflösungen fällt; es wird durch aufgelöstes Kieselkali niedergeschlagen und durch schwefelsaures Eisenperoxyd zu einer Gallerte verdickt. Es besteht nach Berzelius aus 42,68 Kohlenstoff, 6,37 Wasserstoff, 50,94 Sauerstoff.

Das Gummi findet sehr mannigfaltige Anwendungen zur Appretur der Zeuge, besonders der seidenen, zum Verdicken der Dinten, der Beizen und Druckfarben in den Kattundruckereien, zur Wassermalerei, zur künstlichen Bereitung von Pflanzenmilchen, um Oele und Fettigkeiten im Wasser zu suspendiren, als ein einwickelndes und nahrhaftes Mittel in der Medicin.

2) Der Pflanzenschleim.

§. 523. Er findet sich im Pflanzenreich in verschiedenen Modificationen sehr verbreitet, welche zum Theil eigenthümliche verschiedene Benennungen erhielten; es gehört dahin der Tragant, das Cerasin, Prunin, das Bassorin im Bassoragummi, der Salep von den Orchideen, verschiedene Abänderungen dieser Schleime in den Aprikosen, Mandeln, im isländischen Moos, in vielen Wurzeln und Zwiebeln.

Die wesentlichen Merkmale dieser Pflanzenschleime sind: 1) Unauflöslichkeit im kalten Wasser, Alkohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen und Auflöslichkeit im warmen Wasser; durch das erstere unterscheiden sie sich vom Gummi, durch das letztere nähern sie sich dem Stärkemehl; 2) Fähigkeit, mit kaltem Wasser zu einer gallertartigen Masse aufzuquellen; 3) sich durch Jod nicht wie Stärkemehl zu färben; 4) verschiedenes Verhalten gegen Metallauflösungen; der Schleim von Tragant und Pflaumen wird in seiner verdünnten Auflösung im Wasser durch Eisenauflösungen und Kieselkalilösung nicht getrübt, Bleizuckerauflösung trübt sich etwas, Bleiextract bildet einen Niederschlag.

In vielen Pflanzen unseres Klimas sind Gummi und Schleime zugleich enthalten, durch wiederholtes Ausspülen mit kaltem Wasser läßt sich daher ersteres von letzterem trennen.

Die Schleime können in vielen Fällen den Gummiarten ähnlich angewandt werden, sie sind ebenfalls sehr nahrhafte Mittel.

3) Das Stärkemehl, Stärke oder Kraftmehl (Amylon).

§. 524. Das Stärkemehl macht einen Hauptbestandtheil aller mehligen Körper des Pflanzenreichs aus. Es besteht aus kleinen mikroscopischen Kügelchen, ist ohne Geschmack und Geruch, unauflöslich im kalten Wasser, Alkohol, Aether, in fetten und ätherischen Oelen, auflöslich dagegen im kochenden Wasser, und mit diesem beim Erkalten einen Kleister bildend; mit freiem Jod färbt es sich blau, durch schwaches Rösten verwandelt es sich in eine dem Gummi ähnliche Substanz, welche im kalten Wasser auflöslich und nicht gährungsfähig ist, durch stundenlanges Kochen mit Wasser und etwas Schwefelsäure verwandelt es sich in Zucker, welches auch schon zum Theil durch freiwillige Zersetzung geschieht. Er ist der schwerste der bis jetzt näher untersuchten Pflanzensubstanzen; ich fand das spec. Gewicht des bei + 60—70° R. ausgetrockneten Stärkemehls von Kartoffeln = 1,614, des ebenso getrockneten Stärkemehls von Triticum spelta = 1,504 *).

Es besteht	Kohlenstoff,	Sauerstoff,	Wasserstoff,	
die Kartoffelstärke aus	43,481	49,455	7,064	nach Berzelius,
die Weizenstärke —	43,55	49,68	6,77	nach Gay-Lussac,
dieselbe schwach geröstet —	35,7	58,1	6,2	nach Marcet.

Das Stärkemehl liegt im Zellgewebe der Pflanzen, es findet sich 1) in den Samen vieler Pflanzen, sowohl in den Cotyledonen, als im Albumen derselben; 2) in sehr vielen Wurzeln, vorzüglich in Wurzelknollen, in den Kartoffeln, Zaunrüben, Orchidern; 3) im Stamm mehrerer Monocotyledonen, besonders der Palmen, nie aber im Stamm und in den Zweigen der Dicotyledonen.

Bereitung. §. 525. Es läßt sich durch Auswaschen mit kaltem Wasser aus vielen Pflanzen leicht abscheiden. Durchknetet man Getreidemehl oder zerriebene Kartoffeln, in dichte Leinwand gebunden, wiederholt mit kaltem Wasser, so erhält man eine milchige weiße Flüssigkeit, aus welcher sich die Stärke in der Ruhe absetzt.

Verschiedene Stärkemehlarten. §. 526. Das Stärkemehl der einzelnen Pflanzenarten zeigt manche Verschiedenheiten; die wichtigern sind diese:

1) Die Kartoffelstärke ist weit zerreiblicher als die Weizenstärke, besitzt einen eigenthümlichen Glanz, besteht aus größern Körnern, läßt sich bei einer etwas geringern Temperatur in Kleister verwan-

*) Untersuchungen über das spec. Gewicht der Samen und nähern Bestandtheile des Pflanzenreichs. Tübingen als Dissertation im Jahr 1826 und im Jahr 1827 in Kastners Archiv der Naturwissenschaften.

[illegible], enthält mehr hygroskopisches Wasser und besitzt ausgetrocknet ein größeres specifisches Gewicht, als Getreidestärke.

2) Das Satzmehl, welches man aus Gerste durch Auswaschen mit kaltem Wasser erhält, ist nicht reine Stärke, sondern enthält zugleich einen im siedenden Wasser unauflöslichen Stoff, welchen Proust Hordeine nannte; nach Marcet besteht er aus 44,2 Kohlenstoff, 47,6 Sauerstoff, 6,4 Wasserstoff und 1,8 Stickstoff; nach Braconnot ist es kein einfacher Stoff, sondern ein Gemeng von Stärke, Holzfaser und kleberartigem Stoff.

3) Das Stärkemehl des Reißes ist leichter auflöslich, schon bei 40° R. fängt es an, sich in Wasser aufzulösen.

4) Das Stärkemehl der Palmen ist unter dem Namen Sago bei uns im Handel; es ist in dieser Form kein unverändertes Stärkemehl, sondern durch Trocknen in hoher Temperatur schon zum Theil in einen gummiartigen Stoff übergegangen, und dadurch auch im kalten Wasser etwas auflöslich; auch aus Kartoffelstärke läßt sich eine ähnliche Sago bereiten; ich fand das spec. Gewicht der Sago aus Palmen = 1,450, das der Kartoffelsago = 1,595.

5) Das Inulin, findet sich in vielen fasrigen Wurzeln, namentlich in der Alant- und Angelikawurzel, in den Knollen von Helianthus tuberosus und Dahlia pinnata; es bildet einen Uebergang von Stärke in Schleimzucker.

6) Die stärkemehlartige Faser, welche zurückbleibt, wenn zerriebene Kartoffeln so lange mit Wasser behandelt werden, bis dieses nichts mehr davon aufnimmt. (Genauer betrachtet, ist das Stärkemehl kein Mischungstheil, sondern ein Organ oder Gefäß, dessen im kalten Wasser unlösliche, im heißen Wasser schwerlösliche Hülle eine, auf beiden Wegen leichtlösliche Substanz einschließt, die man Dextrin genannt hat.

Die Hülle kann mechanisch z. B. durch Reiben auf einem Stein zerrissen werden, sie zerplatzt von selbst in heißem Wasser und unter der Einwirkung von Säuren.

Die merkwürdigste Eigenschaft ihres gummiartigen Inhalts ist, daß er sich in der Siedhitze des Wassers, in Berührung mit Schwefelsäure in Zucker verwandelt, welche Verwandlung auch, bei der Keimung, durch eine andere Substanz-Diastase bewirkt wird, welche ein Bestandtheil des Klebers ist. Ein Theil Diastase soll in einer Temperatur von 52 — 60° R. bis 2000 Theile Stärkmehl in Zucker verwandeln können.

4) Der Zucker, Saccharum.

§. 527. Er ist im Pflanzenreich äußerst verbreitet, zeichnet sich durch süßen Geschmack, Auflöslichkeit in Wasser und wäßrigem Weingeist, und im reinen Zustand durch Krystallisirbarkeit und Farblosigkeit aus; er verbrennt mit eigenthümlichem Geruch; er findet sich in 2 wesentlich verschiedenen Arten: 1) als gährungsfähiger Zucker, welcher der Weingährung fähig ist, und sich unter Mitwirkung von Wasser und Ferment in Weingeist und Kohlensäure verwandelt. (Zucker

im engern Sinn), und B) als nicht gährungsfähiger Zucker. Von beiden Zuckerarten finden sich viele Varietäten.

§. 528. Der gährungsfähige Zucker findet sich als

a) gemeiner Rohrzucker, in Octaedern und Würfeln krystallisirbar von 1,606 spec. Gewicht, beim Reiben und Zerbrechen phosphorescirt er im Dunkeln; er findet sich im Saft des Zuckerrohrs, Maÿs, der Ahorne, verschiedener Palmen, namentlich der Datteln, der Runkelrüben und verschiedener ähnlicher Wurzeln, in den Melonen und vielen süßen Früchten.

b) Griesiger oder krümlicher Zucker in kleinen kugligen Anhäufungen, nicht in regelmäßigen Krystallen anschießend. Es gehört dahin der Stärkezucker, Weintraubenzucker, Honigzucker, der Zucker der Säfte vieler Obstarten; er ist höchstens halb so süß, als der gewöhnliche Zucker.

c) Schleimzucker, er ist gar nicht in fester Form darstellbar, häufig mit dem gemeinen und krümlichen Zucker in Verbindung vorkommend. Er findet sich in sehr vielen Pflanzen unseres Klimas, in unsern Obstarten, grünen Hülsenfrüchten, vielen Wurzeln; er bildet beim Eindicken die Syruparten.

§. 529. Der nicht gährungsfähige Zucker findet sich als:

a) Mannazucker (Mannit) im Saft mehrerer Eschenarten.

b) Glycion oder Glycirrhizin, womit man den süßen Extract des Süßholzes bezeichnet.

c) Milchzucker in den Molken der Milch, die härteste Zuckerart von schwach säuerlichsüßem Geschmack von 1,543 spec. Gewicht in weißen 4seitigen Säulen krystallisirbar.

Bestandtheile der Zuckerarten.

§. 530. Die Zuckerarten sind in ihrem reinen Zustand unter sich und der Stärke sehr ähnlich zusammengesetzt; ihr oft gleichzeitiges Vorkommen, und der leichte Uebergang der Stärke in Zucker scheinen hierauf zu beruhen und machen es wahrscheinlich, daß sich in der künstlichen Zuckerbereitung aus inländischen Pflanzen noch viele Fortschritte erwarten lassen. Es besteht der

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Rohrzucker aus	42,22	6,60	51,17
Stärkezucker —	36,71	6,78	56,51
Milchzucker —	45,940	6,000	48,060.

Kocht man den Milchzucker mit Wasser und 5 Proc. Schwefelsäure, so wird er süßer und verwandelt sich in gährungsfähigen Zucker. Döbereiner betrachtet den krystallisirten gemeinen Zucker als aus gleichen Antheilen Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff bestehend, oder als aus gleichen Antheilen Kohlensäure und Alkohol, in welche er sich bei der Gährung auch wirklich zersetzt; er begründete hierauf ein Mittel, den Zuckergehalt mancher Substanzen nach der Menge Kohlensäure zu bestimmen, die sich bei der Gährung aus ihnen entwickelt, ihre Menge beträgt immer 48,8 Proc. der Gewichtstheile des zersetzten Zuckers.

§. [illegible]. Der Zucker hat außer seiner Anwendung als Versüßungs- und Nahrungmittel die Eigenschaft, die Auflöslichkeit verschiedener Erden zu befördern, Zucker in Wasser aufgelöst kann die Hälfte seines Gewichts Kalkerde auflösen; er hat die Eigenschaft, mehrere Metallsalze zu zersetzen, wobei er sich mit den Metalloxyden zum Theil verbindet und auf sie desoxydirend wirkt; er dient in wäßriger Lösung in großer Menge genossen als das beste Mittel bei Vergiftungen durch Kupfersalze, indem er sie schwerer auflöslich macht; mit Gummi, mit Klee-, Weinstein- und Essigsäure verbindet er sich zu zähen Massen.

Anwendungen des Zuckers.

5) Die Pflanzenfaser.

§. 532. Entzieht man Pflanzenkörpern durch wiederholtes Behandeln und Auslaugen mit Wasser, Weingeist und verdünnten Säuren in der gewöhnlichen Temperatur und in der Siedhitze alle auflöslichen Stoffe, so bleibt zuletzt die Pflanzenfaser zurück; sie bildet die Grundlage aller festen Theile der Pflanzen.

Der Pflanzenfaserstoff ist fest, im reinen Zustand weiß, ohne Geruch und Geschmack, hygroscopisch aber unauflöslich in Wasser, Alkohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen, von fasriger Textur, in der Art der Dichtigkeit und des Baus sehr verschieden, in mehreren Holzarten, wie im Eichenholz und Ebenholz sehr dicht und spröde, in andern, wie in vielen krautartigen Pflanzen, im Flachs und Hanf, sehr geschmeidig und biegsam, in andern mehr schwammig, blättrig, zellig, wie im Kork und Mark vieler Pflanzen.

§. 533. An der Luft hinlänglich erhitzt, entzündet sich die Holzfaser und verbrennt; bei der trocknen Destillation zersetzt sie sich in Holzessig, brenzliches Oel, Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäure, Kohlenstoffoxydgas und Kohle; durch Schwefelsäure lassen sich die Holzfaser und alle Substanzen, welche daraus bestehen, wie Holz, Papier, Leinwand, in einen gummiartigen Stoff, und durch langes Kochen in krümlichen Zucker (Stärkezucker) umwandeln. Wird sie in ihre einfachern Bestandtheile zerlegt, so erhält man aus

Bestandtheile.

	Kohlenstoff,	Sauerstoff,	Wasserstoff,	
getrocknetem Eichenholz	52 53 Thl.	41,78 Thl.	5,69 Thl.	nach Gay-Lussac.
— — Buchenholz	51,45 —	42,73 —	5,82 —	
reinem Flachs	42,81 —	51,7 —	5,5 —	nach Ure.
Baumwollenfasern	42,11 —	52,83 —	5,06 —	

Nach Thenard, Gay-Lussac und Proust scheint die reine Holzfaser immer den Sauerstoff und Wasserstoff in dem zur Wasserbildung nöthigen Verhältniß zu enthalten, und die Zusammensetzung der reinen Holzarten überhaupt zu gleichen Theilen Kohlenstoff und Wasser dessen Elementen nach angenommen werden zu können *).

*) Poggendorfs Annalen der Physik. Jahrg. 1828. Th. 12. S. 268.

§. 534. Wichtigere Abänderungen der Holzfaser. Sind 1) das Medullin oder die Marksubstanz der Pflanzen; 2) der Korkstoff in der Oberhaut mancher Straucharten und Bäume; 3) Das Fungin oder der Schwammstoff, in den meisten Schwämmen die Stelle der Holzfaser vertretend; 4) das Pollenin, im Pollen, dem männlichen Samenstaub der Pflanzen. Uebrigens sind Medullin, Fungin und Pollenin zugleich stickstoffhaltig.

Anwendungen. §. 535. Die Holzfaser dient uns im Holz als Bau- und Brennmaterial, und in technischer Beziehung auf die mannigfaltigste Art; in ihrer biegsamen Form im Bast, Hanf, Flachs und der Baumwolle dient sie zu Flechtwerken, Zeugen und Papier, wobei sich diese feinern Pflanzenfasern durch die Operationen des Bleichens oft völlig von Farbstoffen gereinigt, weiß darstellen lassen. — Bei zweckmäßiger Behandlung läßt sich der Holzstoff nach Autenrieths Versuchen selbst als Nahrungsmittel benutzen; man zertheilt zu diesem Zweck das Holz zuerst in feine Sägspäne, zieht zunächst alles in Wasser Lösliche durch wiederholtes Einweichen und Auskochen aus, und setzt es dann mehrere Mal der Hitze des Backofens aus, worauf man es wie Getreide zu feinem Mehl mahlen läßt; so zubereitet hat es einen dem Weizenmehl etwas ähnlichen Geruch und Geschmack, eine etwas gelbliche Farbe, läßt sich mit Sauerteig von Weizenmehl zur Gährung bringen und giebt ein lockeres homogenes Brod; mit Wasser gekocht giebt das Holzmehl eine steife, zitternde Gallerte, wie Stärkemehl *).

IV. Basische vegetabilische Substanzen, vorherrschend aus Kohlenstoff und Wasserstoff mit wenig Sauerstoff, mit keinem oder nur sehr wenig Stickstoff bestehend.

§. 536. Die hierher gehörigen Stoffe zeichnen sich durch größere Brennbarkeit vor den übrigen Pflanzenstoffen aus; sie sind theils flüssig, theils fest, letztere gewöhnlich in höhern Temperaturen schmelzbar, auflöslich in Alkohol und Aether, aber nicht im Wasser.

1) Alkohol oder reiner Weingeist.

§. 537. Man versteht unter Alkohol den reinsten, wasserfreisten Weingeist; er findet sich zwar in der Natur noch nicht gebildet, erzeugt sich aber sehr häufig aus zuckerhaltigen Säften bei der Weingährung. Er ist im reinen Zustand tropfbar flüssig, farblos, von durchdringendem Geschmack und Geruch, sehr entzündlich mit schwachem Licht ohne Rauch und Ruß brennend, von 0,791 spec. Gewicht; er verdunstet leicht, siedet bei 64° R., gefriert aber erst bei 63° R. unter dem Eispunkt. — Mit Wasser ist er in allen Verhältnissen

*) Siehe Prof. Autenrieths Anleitung zur Brodbereitung aus Holz. Stuttgart 1817, und Poggendorfs Annalen d. Physik, Jahrg. 1828, Bd. 12, S. 266.

mischbar; mit zunehmendem Wassergehalt wird er schwerer, daher sich seine Stärke durch Aräometer bestimmen läßt, welche man auch Alkoholometer nannte, wenn sie mit einer die Stärke des Weingeistes näher bezeichnenden Eintheilung versehen sind; er löst viele, besonders harzartige, im Wasser unauflösliche Stoffe auf; organische Stoffe sichert er gegen Fäulniß, er verhält sich gegen mehrere Säuren wie eine Basis, indem er sich mit ihnen in der Wärme zu eigenthümlichen Flüssigkeiten, zu den Aether- und Naphthaarten oder sogenannten versüßten Säuren verbindet; in den erstern enthält er von der angewandten Säure nichts mehr, in den letzten enthält er noch etwas, jedoch nur in geringer Menge.

Bestandtheile des Alkohols.

§. 538. Der Alkohol besteht aus 2 Antheilen Kohlenstoff, 1 Sauerstoff und 6 Wasserstoff, der Alkoholdunst läßt sich als aus gleichen Raumtheilen ölbildendem Gas und Wasserdampf auf einen Raumtheil condensirt ansehen, er besteht nach Saussure dem Gewicht nach aus 52,650 Kohlenstoff, 12,896 Wasserstoff und 34,454 Sauerstoff; der Schwefel-Aether besteht nach Berzelius aus 65,313 Kohlenstoff, 21,358 Sauerstoff und 12,329 Wasserstoff.

Bereitung.

§. 539. Der Alkohol kann nicht unmittelbar künstlich zusammengesetzt werden, er ist immer ein Product der Weingährung; um ihn concentrirt zu erhalten, unterwirft man die weingeisthaltige Flüssigkeit einer wiederholten Destillation und entzieht ihm die letzten Antheile Wasser durch Salze, durch ausgeglühte salzsaure Kalkerde, (Chlorcalcium), Gyps, basisch kohlensaures Kali; Sömmering zeigte, daß sich auch Thierblase zur Entwässerung des Weingeistes benutzen lasse, indem sie das Wasser daraus ansaugt und, am warmen Ofen, an der Außenfläche verdunstet. Nur erst, wenn das Wasser entfernt ist, verdunstet auch der Alkohol.

Anwendungen.

§. 541. Der Gebrauch des Weingeistes ist höchst mannigfaltig. Er dient uns als Auflösungsmittel vieler Stoffe, der Harze, ätzenden Alkalien, der zerfließlichen Salze, bei vielen chemischen Operationen, zur Bereitung von Firnissen, zur Darstellung des reinen Aetzkalis, zur Absonderung verschiedener Salze, zur Zubereitung verschiedener zusammengesetzter Körper, der Naphthen, Aether und versüßten Säuren, Tincturen, Liqueure; er ist eines der besten Mittel, thierische und Pflanzenkörper gegen Fäulniß und Zerstörung zu schützen; er dient in den Weingeistlampen als Brennmaterial; als stärkendes, reizendes Nahrungsmittel, und als Medicament wird er theils mit Wasser verdünnt, theils in Verbindung mit verschiedenen andern Stoffen häufig angewandt.

2) Aetherische Oele.

§. 546. Die ätherischen Oele erhielten auch die Benennung flüchtige oder wesentliche Oele; sie sind im Pflanzenreich sehr verbreitet und die Ursache des Geruchs der Pflanzen; viele Pflanzen enthalten sie nur in so geringer Menge, daß sie aus ihnen noch nicht concentrirt abgeschieden werden konnten.

Sie besitzen einen starken durchdringenden Geruch; einen scharfen reizenden Geschmack, verflüchtigen sich, ohne auf den Körpern, von welchen sie verdunsten, fette Flecken zurückzulassen; in der gewöhnlichen Temperatur sind sie flüssig, von sehr verschiedener Farbe, die meisten sind gelblich weiß, weiß und gelb, einzelne auch roth, grün oder blau; im Alkohol sind sie reichlich, im Wasser nur wenig auflöslich, die meisten sind leichter als Wasser, einzelne, wie das Zimmet- und Nelkenöl, schwerer; in der Kälte erstarren sie, bei der Siedhitze des Wassers verflüchtigen sie sich schnell, durch Absorption von Sauerstoff verdicken sie sich zu harzartigen Substanzen, durch die Flamme eines Lichts lassen sie sich anzünden, ohne vorher erhitzt zu werden, und verbrennen unter Absatz von viel Rauch und Ruß.

Sie sind den Aetherarten ähnlich zusammengesetzt, sowohl von diesen, als dem Alkohol unterscheiden sie sich durch größern Kohlengehalt; das Pfeffermünzöl besteht nach Göbel aus 75,1 Kohlenstoff, 13,4 Wasserstoff und 11,5 Sauerstoff, das Fenchelöl aus 75,4 Kohlenstoff, 10,0 Wasserstoff und 14,6 Sauerstoff.

Bereitung. §. 542. Man erhält diese Oele, wenn man stark riechende Theile der Pflanzen, Blätter, Rinden, Blüthen mit Wasser gemengt destillirt; das Wasser geht in diesem Fall mit etwas Oel gemischt in die Vorlage und das Oel scheidet sich vom Wasser ab, sobald dieses damit gesättigt ist. Enthalten die Pflanzen nur sehr wenig ätherische Oele, so erhält man bei diesem Verfahren nur ein ätherisch riechendes, sogenanntes abgezogenes oder destillirtes Wasser. — Uebergießt man die riechenden Pflanzenstoffe vor der Destillation mit Weingeist, so geht das ätherische Oel leichter in Verbindung mit Weingeist über; man erhält dadurch sogenannte geistige Wasser.

Verschiedene ätherische Oele. §. 543. Die ätherischen Oele zeigen außer ihrem verschiedenen Geruch, vorzüglich in Farbe und Gewicht, viele Verschiedenheiten; die wichtigern der in Deutschland mehr oder weniger im Gebrauch vorkommenden ätherischen Oele sind folgende, wobei wir zugleich Farbe und spec. Gewichte beifügen, letztere nach den neuern Untersuchungen von Brandes und Reich *).

*) Archiv des Apothekervereins im nördlichen Deutschland. Lemgo, 1827. 21ter Band. 2. Heft, Seite 155.

Oele.	Farbe.	spec. Gewicht.
Schafgarbenblüthenöl	blau	0,8520
Terpentinöl reines	wasserhell	0,8725
Citronöl	gelblich	0,8786
Bergamottöl	blaßgelb	0,8856
Orangenblüthöl	röthlichgelb	0,9085
Sevenbaumöl	wasserhell	0,9155
Wachholderbeerenöl	— —	0,9350
Cajeputöl	blaßgrün	0,9474
Lavendelöl	gelblich	0,9480
Pfeffermünzöl	— —	0,9550
Kümmelöl	blaßgelb	0,9598
Baldrianwurzelöl	blaßgrün	0,9650
Krausemünzöl	blaßgelb	0,9696
Wermuthöl	gelb	0,9725
Melissenöl	farblos	0,9750
Calmusöl	blaßgelb	0,9950
Anisöl	gelblich	0,9958
Fenchelöl	farblos	0,9995
Petersiliensamenöl	— —	1,0150
Gewürznelkenöl	— —	1,0660
Zimmtöl	— —	1,0740
Sassafrasöl	— —	1,1420

Anwendungen.

§. 544. Die ätherischen Oele besitzen in technischer Beziehung, als Medicamente und um andern Stoffen verschiedene Gerüche zu ertheilen, vielfache Anwendung. Sie dienen zur Auflösung der Harze vorzüglich zur Bereitung von Lackfirnissen; als reizende äußere und innere Medicamente dienten sie vorzüglich zur Verfertigung wohlriechender Tincturen, Liqueure, Salben; sie sind vielen niedern Thieren, vorzüglich aus der Familie der Insecten, zuwider, so daß sie auch oft benutzt werden, um diese von Kleidungsstücken und Naturproducten abzuhalten.

3) Kampher, Camphora.

§. 545. Der Kampher läßt sich als ein in gewöhnlicher Temperatur festes ätherisches Oel ansehen; er ist im reinen Zustand weiß, durchscheinend glänzend, krystallinisch, fest, von durchdringendem eigenthümlichen Geruch und Geschmack, auf dem Wasser schwimmend, von 0,996 spec. Gewicht; in Alkohol ist er leicht, in Wasser nur sehr wenig auflöslich; von letzterem werden hiezu 525 Theile auf 1 Theil Kampher erfordert, auch in fetten und ätherischen Oelen ist er löslich;

er entzündet sich leicht und verbrennt mit heller viel Rauch und Ruß verbreitender Flamme; an der Luft verfliegt er, ohne etwas zurückzulassen; durch Sauerstoff läßt er sich nicht, wie die übrigen ätherischen Oele, zu einem Harz verdicken; er besteht nach Göbel aus 74,67 Kohlenstoff, 14,09 Sauerstoff und 11,24 Wasserstoff.

Vorkommen und Bereitung.

§. 546. Wir erhalten den Kampher gewöhnlich von dem in China und Japan wachsenden Kampherbaum (Laurus Camphora); in geringer Menge lassen sich auch aus verschiedenen andern Pflanzen, welche ätherische Oele enthalten, kampherartige Stoffe erhalten, namentlich setzt sich so aus Salbei, Majoran und Rosmarinöl etwas Kampher ab; auch läßt sich ein künstlicher Kampher erhalten, wenn man salzsaures Gas durch ätherische Oele streichen läßt; diese künstlichen Kampherarten weichen jedoch sehr von dem natürlichen ab.

Anwendungen des Kamphers.

§. 547. Die Anwendungen des Kamphers sind denen der ätherischen Oele ähnlich, er dient zur Bereitung gewisser Lackfirnisse, indem er die Auflösung mancher Harze, z. B. des Kopals in Weingeist befördert; in der Medicin wird er als kräftiges reizendes und zertheilendes Mittel angewandt; auch wird er zuweilen bei Naturproducten als Schutz gegen die Zerstörungen durch Insecten angewandt, indem er diese durch seinen starken Geruch abhält. Zuweilen wird er auch zur Verfertigung sogenannter chemischer Thermometer benutzt, indem er in der Wärme in wäßrigem Weingeist in höherem Grad auflöslich ist, als in der Kälte, und sich daher aus einer solchen Auflösung bei Verminderung der Temperatur in mehr oder weniger zahlreichen Flocken krystallinisch niederschlägt.

4) Harze.

§. 548. Die Harze finden sich in den Pflanzen häufig in Begleitung der ätherischen Oele; sie sind in der gewöhnlichen Temperatur mehr oder weniger fest, werden durch Reiben elektrisch, erweichen in der Wärme und schmelzen, in Wasser sind sie unauflöslich, in Weingeist lösen sie sich sämmtlich auf, ihre Farben sind meist gelblich und bräunlich, gewöhnlich sind sie leichter, als Wasser; sie entzünden sich bei erhöhter Temperatur und brennen mit starker Flamme unter Verbreitung von viel Rauch. Sie lösen sich in alkalischen Laugen auf und bilden damit in Wasser und Weingeist auflösliche Verbindungen, sogenannte Harzseifen, welche sich durch Säuren wieder zersetzen.

Verschiedenheiten der Harze.

§. 549. Man theilt die Harze in Hartharze, Weichharze und Balsame oder Harze mit ätherischen Oelen.

1) Die Hartharze sind bei der gewöhnlichen Temperatur fest, spröde, brüchig von muschligem, fettglänzendem Bruch, gewöhnlich etwas schwerer als Wasser, von 1,014 — 1,22 spec. Gewicht; es gehört dahin das gemeine Fichtenharz, aus welchem man nach Verflüchtigung seines ätherischen Oels, des Terpentinöls, das Colophonium erhält, der Mastix, Sandarach, das Elemi- und Ladanumharz, das sogenannte Drachenblut, ein rothgefärbtes Harz von Ca-

lamus Rotang, Draconena Draco und einigen andern Pflanzen, das Guajak- und Copalharz, der Bernstein.

2) Die Weichharze sind bei der gewöhnlichen Temperatur weich, salbenartig, fließen leichter und dünner, als die Hartharze, sie sind gleichfalls gewöhnlich etwas schwerer, als Wasser; es gehören dahin die klebrigen Stoffe, die manche Pflanzen an Knospen und Zweigen ausschwitzen, oder zunächst unter der Rinde oder Epidermis der Blätter absetzen; das Harz der Knospen der Schwarzpappeln, der jüngern Zweige der Robinia viscosa, der Stängel und Blätter des Tabaks, der Zweige von Ilex aquifolium und der Beeren von Viscum album (Vogelleim); am häufigsten finden sie sich als färbendes Princip der Blätter und grünen Pflanzentheile überhaupt, als sogenanntes Wachsharz (Chlorophyll oder Phytochlorainon), eines bleibend grünen, in Aether und Weingeist leicht löslichen Stoffs.

3) Die Balsame sind natürliche Verbindungen von Harzen mit ätherischen Oelen, aus welchen sich künstlich die reinen Harze abscheiden lassen, sie sind in der gewöhnlichen Temperatur halbflüssig, in Alkohol und ätherischen Oelen auflöslich, leicht entzündlich, gewöhnlich von starkem, oft angenehmem Geruch und scharfem Geschmack. Man unterscheidet harzige und saure Balsame, die harzigen geben bei der Destillation nur ätherische Oele; es gehört dahin der Terpentin-, der Copaiva- und Meckabalsam; die sauren geben bei der Destillation außer den ätherischen Oelen zugleich Benzoesäure; es gehören dahin die Benzoe, der Storax, der flüchtige Ambra, der peruanische und tolutanische Balsam.

§. 550. Die Harze dienen zur Bereitung der Weingeist-Firnisse, Terpentinfirnisse und Fettfirnisse je nachdem man sie in Weingeist, Terpentinöl oder fetten Oelen auflöst, zur Verfertigung verschiedener Kitte, zur Bereitung des Siegellacks und Baumwachses; Harzüberzüge schützen elektrische Werkzeuge vorzüglich gegen Feuchtigkeit; organische mit Harzen durchdrungene Stoffe sind am besten gegen Fäulniß gesichert; die Alten bedienten sich vorzüglich ihrer zur Bereitung der Mumien; die wohlfeilern Harze dienen hier und da als Erleuchtungsmittel zu Fackeln, die angenehm riechenden als Räucherungsmittel. Die Balsame dienen als Medicamente und zur Bereitung von Salben und Pflastern, durch Destillation derselben gewinnt man verschiedene ätherische Oele, die Benzoesäure haltigen lassen sich zur Darstellung dieser Säure benutzen.

Anwendungen der Harze.

5) Gummiharze oder Milchharze.

§. 551. Sie lassen sich als Verbindungen von Harzen mit Gummi ansehen; mit Wasser zusammengerieben geben sie milchigte Gemische, ohne sich rein aufzulösen; auch in Alkohol lösen sie sich nur zum Theil auf, am meisten sind sie oft noch im verdünnten Weingeist auflöslich; einige lösen sich auch in Essig auf. Sie sind in gewöhnlicher Temperatur fest, schwerer als Wasser, starkriechend, meist von scharfem Geschmack, in der Wärme schmelzen sie nicht völlig wie die Harze, sondern erweichen sich nur; mit Wasser destillirt geben sie

er entzündet sich leicht und verbrennt mit heller viel Rauch und Ruß verbreitender Flamme; an der Luft verfliegt er, ohne etwas zurückzulassen; durch Sauerstoff läßt er sich nicht, wie die übrigen ätherischen Oele, zu einem Harz verdicken; er besteht nach Göbel aus 74,67 Kohlenstoff, 14,09 Sauerstoff und 11,24 Wasserstoff.

Vorkommen und Bereitung.

§. 546. Wir erhalten den Kampher gewöhnlich von dem in China und Japan wachsenden Kampherbaum (Laurus Camphora); in geringer Menge lassen sich auch aus verschiedenen andern Pflanzen, welche ätherische Oele enthalten, kampherartige Stoffe erhalten, namentlich setzt sich so aus Salbei, Majoran und Rosmarinöl etwas Kampher ab; auch läßt sich ein künstlicher Kampher erhalten, wenn man salzsaures Gas durch ätherische Oele streichen läßt; diese künstlichen Kampherarten weichen jedoch sehr von dem natürlichen ab.

Anwendungen des Kamphers.

§. 547. Die Anwendungen des Kamphers sind denen der ätherischen Oele ähnlich, er dient zur Bereitung gewisser Lackfirnisse, indem er die Auflösung mancher Harze, z. B. des Kopals in Weingeist befördert; in der Medicin wird er als kräftiges reizendes und zertheilendes Mittel angewandt; auch wird er zuweilen bei Naturproducten als Schutz gegen die Zerstörungen durch Insecten angewandt, indem er diese durch seinen starken Geruch abhält. Zuweilen wird er auch zur Verfertigung sogenannter chemischer Thermometer benutzt, indem er in der Wärme in wäßrigem Weingeist in höherem Grad auflöslich ist, als in der Kälte, und sich daher aus einer solchen Auflösung bei Verminderung der Temperatur in mehr oder weniger zahlreichen Flocken krystallinisch niederschlägt.

4) Harze.

§. 548. Die Harze finden sich in den Pflanzen häufig in Begleitung der ätherischen Oele; sie sind in der gewöhnlichen Temperatur mehr oder weniger fest, werden durch Reiben elektrisch, erweichen in der Wärme und schmelzen, in Wasser sind sie unauflöslich, in Weingeist lösen sie sich sämmtlich auf, ihre Farben sind meist gelblich und bräunlich, gewöhnlich sind sie leichter, als Wasser; sie entzünden sich bei erhöhter Temperatur und brennen mit starker Flamme unter Verbreitung von viel Rauch. Sie lösen sich in alkalischen Laugen auf und bilden damit in Wasser und Weingeist auflösliche Verbindungen, sogenannte Harzseifen, welche sich durch Säuren wieder zersetzen.

Verschiedenheiten der Harze.

§. 549. Man theilt die Harze in Hartharze, Weichharze und Balsame oder Harze mit ätherischen Oelen.

1) Die Hartharze sind bei der gewöhnlichen Temperatur fest, spröde, brüchig von muschligem, fettglänzendem Bruch, gewöhnlich etwas schwerer als Wasser, von 1,014 — 1,22 spec. Gewicht; es gehört dahin das gemeine Fichtenharz, aus welchem man nach Verflüchtigung seines ätherischen Oels, des Terpentinöls, das Colophonium erhält, der Mastix, Sandarach, das Elemi- und Ladanumharz, das sogenannte Drachenblut, ein rothgefärbtes Harz von Ca-

lamus Rotang, Dracaena Draco und einigen andern Pflanzen, das Guajak- und Copalharz, der Bernstein.

2) Die Weichharze sind bei der gewöhnlichen Temperatur weich, salbenartig, fließen leichter und dünner, als die Hartharze, sie sind gleichfalls gewöhnlich etwas schwerer, als Wasser; es gehören dahin die klebrigen Stoffe, die manche Pflanzen an Knospen und Zweigen ausschwitzen, oder zunächst unter der Rinde oder Epidermis der Blätter absetzen; das Harz der Knospen der Schwarzpappeln, der jüngern Zweige der Robinia viscosa, der Stängel und Blätter des Tabaks, der Zweige von Ilex aquifolium und der Beeren von Viscum album (Vogelleim); am häufigsten finden sie sich als färbendes Princip der Blätter und grünen Pflanzentheile überhaupt, als sogenanntes Wachsharz (Chlorophyll oder Phytochlorainon), eines bleibend grünen, in Aether und Weingeist leicht löslichen Stoffs.

3) Die Balsame sind natürliche Verbindungen von Harzen mit ätherischen Oelen, aus welchen sich künstlich die reinen Harze abscheiden lassen, sie sind in der gewöhnlichen Temperatur halbflüssig, in Alkohol und ätherischen Oelen auflöslich, leicht entzündlich, gewöhnlich von starkem, oft angenehmem Geruch und scharfem Geschmack. Man unterscheidet harzige und saure Balsame, die harzigen geben bei der Destillation nur ätherische Oele; es gehört dahin der Terpentin-, der Copaiva- und Meckabalsam; die sauren geben bei der Destillation außer den ätherischen Oelen zugleich Benzoesäure; es gehören dahin die Benzoe, der Storax, der flüchtige Ambra, der peruanische und tolutanische Balsam.

§. 550. Die Harze dienen zur Bereitung der Weingeistfirnisse, Terpentinfirnisse und Fettfirnisse je nachdem man sie in Weingeist, Terpentinöl oder fetten Oelen auflöst, zur Verfertigung verschiedener Kitte, zur Bereitung des Siegellacks und Baumwachses; Harzüberzüge schützen elektrische Werkzeuge vorzüglich gegen Feuchtigkeit; organische mit Harzen durchdrungene Stoffe sind am besten gegen Fäulniß gesichert; die Alten bedienten sich vorzüglich ihrer zur Bereitung der Mumien; die wohlfeilern Harze dienen hier und da als Erleuchtungsmittel zu Fackeln, die angenehm riechenden als Räucherungsmittel. Die Balsame dienen als Medicamente und zur Bereitung von Salben und Pflastern, durch Destillation derselben gewinnt man verschiedene ätherische Oele, die Benzoesäure haltigen lassen sich zur Darstellung dieser Säure benutzen.

Anwendungen der Harze.

5) Gummiharze oder Milchharze.

§. 551. Sie lassen sich als Verbindungen von Harzen mit Gummi ansehen; mit Wasser zusammengerieben geben sie milchigte Gemische, ohne sich rein aufzulösen; auch in Alkohol lösen sie sich nur zum Theil auf, am meisten sind sie oft noch im verdünnten Weingeist auflöslich; einige lösen sich auch in Essig auf. Sie sind in gewöhnlicher Temperatur fest, schwerer als Wasser, starkriechend, meist von scharfem Geschmack, in der Wärme schmelzen sie nicht völlig wie die Harze, sondern erweichen sich nur; mit Wasser destillirt geben sie

ätherische Oele und Harze; Schwefelsäure löst sie erst auf, und verwandelt sie dann nach und nach in Kohle und künstlichen Gerbstoff.

Die häufiger angewandten Schleimharze sind das Gummigutt, Ammoniakgummi, der Weihrauch, die Myrrhe, Aloe und Asa foetida; die meisten werden als reizende Medicamente benutzt, das Gummigutt zugleich als Farbe, der Weihrauch als Räucherungsmittel.

6) Das Caoutschouc, Federharz oder elastische Harz (Gummi elasticum).

§. 552. Es ist eine eigenthümliche Art Harz, welche sich im Saft der Lobelia Caoutschouc Humb., Siphonia elastica Pers., Ficus indica, Cecropia peltata, und in geringer Menge auch in verschiedenen andern, vorzüglich milchigte Säfte führenden Pflanzen findet, wie im Saft der Euphorbien und verschiedenen Arten von Asclepias. Es ist in der gewöhnlichen Temperatur etwas lederartig sanft sich anfühlend, sehr dehnbar und zäh, ohne Geschmack und Geruch, in dünnen Lagen durchscheinend, in kaltem Wasser und Alkohol unauflöslich, in warmem Wasser sich erweichend, so daß sich seine Ränder vereinigen lassen; in Schwefeläther, Steinöl und ätherischen Oelen ist es löslich, es läßt sich entzünden, und brennt mit heller viel Ruß absetzender Flamme und angenehmem Geruch. Sein spec. Gewicht ist 0,9335, es besteht nach Thomson aus 59,3 Kohlenstoff, 31,8 Sauerstoff und 9,11 Wasserstoff.

Anwendungen. §. 553. Das Federharz dient zum Auslöschen der mit Reißblei gemachten Zeichnungen, zur Verfertigung chemischer und chirurgischer Instrumente; im aufgelösten Zustande wird es zu Firnissen benutzt, als Ueberzug zu Regenkleidern und Luftbällen; in England gebraucht man es in Verbindung mit dem Oel, welches durch Destillation aus dem Steinkohlentheer gewonnen wird, zur Verfertigung wasserdichter Zeuche von Wolle, Seide, Baumwolle u. s. w.

7) Erdharze und Erdöle.

§. 554. Sie sind den Harzen und flüchtigen Oelen des Pflanzenreichs sehr ähnlich, gewöhnlich in Verbindung mit Erden in den Gebirgsarten enthalten und vielleicht von Vegetabilien herrührend, welche in frühern Perioden unserer Erde bei größern Umwälzungen, vielleicht unter Einwirkung höherer Temperatur ohne Luftzutritt, Veränderungen erlitten.

Die Erdharze sind fest, spröde, gelb, braun oder schwarz, brennbar, auflöslich in Aether und flüchtigen Oelen, nicht aber in Alkohol, gewöhnlich etwas schwerer, als Wasser.

Die Erdöle finden sich am reinsten in der Bergnaphtha; diese ist im reinen Zustande gelblichweiß, vollkommen flüssig und durchsichtig, fühlt sich fettig an, hat einen eigenthümlichen bituminösen Geruch, und brennt mit glänzend weißem Licht; sie ist sehr leicht, ihr spec. Gewicht ist nur 0,753.

Der Asphalt ist ein Erdharz, welches mit etwas Bergnaphtha durchdrungen ist.

Das Steinöl oder Bergöl (Petroleum) ist ungezweifelt eine Erdharz haltige Bergnaphtha.

§. 555. Den Asphalt gebrauchten die Alten vorzüglich zur Bereitung der Mumien; durch Beimengung erdiger Theile enthält der Asphalt mehr Härte, er läßt sich in dieser Verbindung in dünnen Schichten aufgetragen zur Dachbedeckung, in Röhren gegossen zu Wasserleitungen, zu Verkittungen und als Mörtel benutzen. Das Steinöl kann zu Firnissen und als Brennmaterial benutzt werden.

Anwendungen.

8) Wachs, Cerin und Myricin.

§. 556. Das Wachs, welches bei uns gewöhnlich in Gebrauch ist, wird von den Bienen aus Honig und Zucker erzeugt, ohne diese beiden Stoffe können die Bienen nach Hubers Beobachtungen kein Wachs bilden; es findet sich nicht selten auch schon in der Natur gebildet, in den Beeren mehrerer Arten von Myrica, in dem reifartigen Staub verschiedener Früchte und Blätter, wie auf den Blättern der Cerinthe-Arten, des Waids, mehrerer Kohlarten, welche dadurch bei vorübergehenden leichten Regen nicht naß werden. — Im reinen Zustande ist es weiß, spröde, ohne Geruch und Geschmack, entzündlich, auflöslich in fetten und flüchtigen Oelen, in Aether und siedendem Alkohol, nicht aber in Wasser, bei 54° R. schmilzt es, bei sehr hoher Temperatur kocht es und verdunstet, wobei es eine Zersetzung erleidet. Bei seiner Destillation erhält man Wasser, eine stechende, angenehm riechende Säure (Wachsgeist), ein flüssiges Oel von eigenthümlichem Geruch (Wachsöl), welches zuletzt butterartig wird (Wachsbutter), Kohlenwasserstoffgas und kohlensaures Gas. Es besteht nach Thenard aus 81,784 Kohlenstoff, 12,672 Wasserstoff und 5,544 Sauerstoff. — Mit den fixen Alkalien verbindet sich das Wachs zu Seifen, welche im Wasser und Weingeist auflöslich sind, Säuren zersetzen diese Seifen, und scheiden das Wachs verändert als Cerinsäure ab.

Das Wachs läßt sich nach John in 2 den Harzen entfernt ähnliche Stoffe, das Cerin und Myricin, scheiden.

Das Cerin, von welchem das Bienenwachs gewöhnlich 90 Procent enthält, hat ein spec. Gewicht von 0,969, erfordert zur Auflösung 42 Theile kalten Aether, und 16 Theile siedenden Alkohol, es scheidet sich aus letzterm durch Erkalten gallertartig ab.

Das Myricin ist im Bienenwachs gewöhnlich nur zu 8 Procent, hat ein dem Wasser gleiches spec. Gewicht, und erfordert zur Auflösung 99 Theile kalten Aether und 123 Theile siedenden Alkohol; beim Erkalten des Letztern fällt es in Flocken nieder.

§. 557. Die verschiedenen Wachsarten sind nicht in demselben Verhältniß aus diesen 2 Stoffen zusammengesetzt, häufig enthalten sie zugleich mehr oder weniger Geruchstoffe.

Verschiedene Wachsarten.

Das gebleichte Bienenwachs gehört zu den leichtesten Arten, es ist von 0,96 spec. Gewicht, das brasilianische Wachs ist hellgrau, von 0,98 spec. Gewicht, hat einen aromatischen Geschmack und Geruch, giebt aber mit Alkalien keine Seifen. Das Myrthenwachs,

welches in Amerika durch Auskochen der Früchte der Myrica-Arten mit Wasser gewonnen wird, ist fest, blaßgrün, durchscheinend, von 1,01 spec. Gewicht.

Anwendungen.

558. Das Wachs dient zur Verfertigung der Wachsfirnisse, des Wachstaffts, Wachstuchs, Klebwachses, zu Pflastern und Salben; häufig wird es auch zu Kerzen benutzt, indem es mit Hülfe eines Dochts wie Unschlitt und fette Oele brennt.

9) Fette Oele.

§. 559. Die fetten Oele erhielten auch die Benennung fixe Oele, indem sie sich in der gewöhnlichen Temperatur nicht verflüchtigen, wie die ätherischen Oele. Sie finden sich vorherrschend in den Samen der Dicotyledonen, nur selten in den Fruchthüllen, wie bei den Oliven oder in den Wurzeln, wie in den Erdmandeln; man erhält sie durch das Auspressen dieser Pflanzentheile in gelinder Wärme, in Verbindung mit schleimigen Theilen, welche sich in der Ruhe nach und nach zu Boden setzen; vollständiger reinigt man sie durch Behandlung mit Schwefelsäure von ihren schleimigen Theilen. Sie besitzen im reinen Zustande wenig Geruch und Geschmack, sind in der gewöhnlichen Temperatur dickflüssig, oder von der Consistenz der Butter, einige beinahe fest, in der Kälte gestehen sie alle, erfordern jedoch dazu sehr verschiedene Kältegrade; das Olivenöl erstarrt schon einige Grade über dem Gefrierpunkt, das Rübsenöl erfordert hierzu 3 Grad R. Kälte, das Mohnöl 15° R., das Forchensamenöl selbst — 24° R. Kälte; sie sieden erst bei 270 bis 285° R., wobei sie sich jedoch nicht als solche verflüchtigen, sondern zum Theil sogleich zersetzen, ihr spec. Gewicht wechselt von 0,9127 bis 0,9611; ihre Farbe ist sehr verschieden, farblos, gelb, grünlich, bräunlich, röthlich; in Weingeist sind sie meist unauflöslich, einige sind jedoch darin löslich, wie das Hanfsamenöl und Ricinusöl; einige werden an der Luft nach und nach trocken, andere bleiben immer schmierig, mit Alkalien bilden sie sämmtlich Seifen, durch Verbindung mit Bleioxyden nehmen ihre trocknenden Eigenschaften zu, sie bilden damit Oelfirnisse und Bleipflaster, mit Schwefel bilden sie in der Wärme behandelt die Schwefelbalsame; mit reinem Wasser lassen sie sich durchaus nicht mischen; reibt man sie aber mit Schleim, Gummi oder die Samen selbst, welche die Oele enthalten, mit Wasser ab, so bilden sie mit diesen weiße Emulsionen, sogenannte Pflanzenmilche (Mandelmilch, Hanfsamenmilch). An der Luft stehend erhalten die fetten Oele nach und nach einen übeln Geruch und scharfen beißenden Geschmack, sie werden ranzig; leichter geschieht dieses, wenn sie heiß ausgepreßt wurden. — Werden sie bis zu ihrer Verflüchtigung erhitzt, so entzünden sie sich bei Annäherung einer Flamme, wie dieses beim Brennen in Lampen immer der Fall ist; in den gewöhnlichen Lampen brennen sie mit Rauch und Absatz von Ruß; bei gehörigem Luftzutritt in den Argandischen und dochtlosen Lampen entsteht weder Rauch noch Ruß, es bildet sich blos Kohlensäure und Wasserdunst.

Verschiedene fette Oele.

§. 560. Die in Deutschland angewandten fetten Oele sind in Farbe, spec. Gewicht und trocknenden Eigenschaften sehr verschieden, die wichtigern sind diese *):

Schmierige fette Oele.

Benennungen.	Farbe.	spec. Gewicht.
Pflaumenkernöl	bräunlichgelb	0,9127
Rübsenrepsöl	bräunlichgelb	0,9128
Kohlrepsöl	bräunlichgelb	0,9136
Sommerrepsöl	bräunlichgelb	0,9139
Rotabagasamenöl	bräunlichgelb	0,9141
Oel des weißen Senfs	hellgelblich	0,9142
— — schwarzen Senfs	bräunlichgelb	0,9170
Olivenöl	farblos	0,9176
Mandelöl	farblos	0,9180
Oelrettigöl	bräunlichgelb	0,9187
Buchenöl	hellgelblich	0,9225
Haselnußöl	hellgelb	0,9242
Spindelbaumöl **)	rothbraun	0,9360

Trocknende fette Oele.

Benennungen.	Farbe.	spec. Gewicht.
Weintraubenkernöl	grünlichgelb	0,9202
Kürbiskernöl	bräunlichgelb	0,9231
Kressenkernöl	bräunlichgelb	0,9240
Mohnöl	hellgelblich	0,9243
Leindotteröl	hellgelblich	0,9252
Wallnußöl	hellgelb	0,9260
Sonnenblumenöl	hellgelb	0,9262
Hanföl	grünlichgelb	0,9276
Nachtviolensamenöl ***)	bräunlich	0,9282
Rothtannensamenöl	klargelb	0,9258
Forchensamenöl	graugelblich	0,9312
Leinöl	klargelb	0,9347
Ricinusöl	gelblich	0,9611

*) Die nähern Untersuchungen über diese Oele theilte ich in der unter meiner Leitung bearbeiteten Dissertation: Untersuchungen über die fetten Oele Deutschlands in Beziehung auf ihre wichtigern physischen Eigenschaften, Tübingen 1828 und im 2ten Bande von Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie, Leipzig 1828, mit.

**) Von Evonymus europaeus.

***) Von Hesperis matronalis, auch ewiger Reps, rothblühender Reps genannt.

Elain und Stearin.

§. 561. Die Oele und Fettigkeiten sind sämmtlich aus zwei Stoffen zusammengesetzt, aus einem in gewöhnlicher Temperatur flüssigen Stoff, dem Elain, und aus einem in der gewöhnlichen Temperatur starren, dem Stearin. Man kann beide Stoffe trennen, wenn man sie in einer niedern Temperatur zwischen Löschpapier auspreßt, wobei der Stearin zurück bleibt und der Elain in das Papier tritt. Auch durch Auflösen des Fettes in siedendem Alkohol lassen sich diese beiden Stoffe trennen, der Stearin scheidet sich in fester Form beim Erkalten aus der Auflösung, und der Elain bleibt dann nach Verdunstung des Alkohols zurück.

Der Stearin krystallisirt in kleinen seidenartigen Krystallen, die bei 30° R schmelzen, in Wasser unauflöslich sind, sich aber in 55 Theilen kochendem Alkohol von 0,816 spec. Gewicht auflösen.

Der Elain hat das Ansehen und die Consistenz des weißen Olivenöls, ist in Wasser unauflöslich, löst sich aber in 32 Theilen Weingeist von 0,816 spec. Gewicht, sie erfordert zum Erstarren weit größere Kältegrade, die aus Mandel= und Repsöl soll selbst in der stärksten Kälte nicht gefrieren.

Nach Saussure besteht der Stearin des Olivenöls aus 82,17 Kohlenstoff, 11,232 Wasserstoff, 6,302 Sauerstoff und 0,296 Stickstoff, der Elain desselben Oels dagegen aus 76,034 Kohlenstoff, 11,545 Wasserstoff, 12,068 Sauerstoff und 0,353 Stickstoff.

Anwendungen der fetten Oele.

§. 562. Die Oele dienen zur Bereitung fester, schmieriger und flüchtiger Seifen, zu Oelfarben, Oelfirnissen und Pflastern, zum Einölen des Leders und anderer organischer Stoffe, um diese gegen Feuchtigkeit zu schützen und geschmeidiger zu machen, bei Uhren und vielen Maschinen, um die Reibung zu vermindern, zu welchem Zweck mit großem Vortheil statt des ganzen Oels Elain angewandt wird; durch ihre Brennbarkeit eignen sich die Oele als Erleuchtungsmittel in Oellampen, und zur Darstellung des Oelgases (§. 175); sie dienen zugleich in Verbindung mit andern Pflanzenstoffen als Nahrungsmittel, und als einhüllende schmerzenlindernde Medicamente.

V. Farbestoffe.

§. 563. Die Farbestoffe sind meist von neutraler Beschaffenheit, wenige sind von saurer, andere von basischer Natur, die meisten konnten noch nicht einfach dargestellt werden, oft sind es innige Verbindungen von Farbestoffen mit einem der übrigen nähern Bestandtheile des Pflanzenreichs, sie besitzen selbstständige Färbung, ohne daß diese durch Metalloxyde, wie im unorganischen Reich, veranlaßt würden, sie schließen sich theils den extractivstoffhaltigen, theils den harzigen Stoffen an, wenige besitzen auch ein ganz eigenthümliches Verhalten, nur einzelne konnten bis jetzt krystallisirt dargestellt werden.

Sie finden sich in allen Theilen der Pflanzen, in Blüthen, Blättern, Wurzeln, Rinden und Früchten; aus ihren Auflösungen lassen sie sich oft durch aufgelöste basische und neutrale Bleioxyde, Zinnoxyd, Thonerde in Verbindung mit den Oxyden fällen; man

bedient sich daher auch häufig der Auflösungen dieser Salze, um Zeuchen, auf welche man die Farbestoffe befestigen will, diese Eigenschaft im höheren Grade zu ertheilen, welches man das Beizen der Zeuche nennt. — Manche Farbestoffe besitzen so viele Anziehung zu den Zeuchen, daß sie sich auch ohne Beize mit diesen verbinden, diese heißen substantielle, erstere, welche eine Beize erfordern, adjective Farbestoffe. In ihrer Empfindlichkeit gegen die Einwirkungen des Lichts, der Wärme, Atmosphäre, der Säuren, Alkalien, Seifen und anderer Stoffe zeigen die Farbestoffe viele Verschiedenheiten; widerstehen die Farben diesen äußern Einflüssen im höheren Grade, so nennt man sie ächte, im entgegengesetzten Fall unächte Farben.

Farbestoffe der Blüthen.

§. 564. Die Farbestoffe der Blüthen sind durch ihre große Mannigfaltigkeit und nicht selten große Empfindlichkeit gegen Alkalien und Säuren ausgezeichnet; daher sie zwar häufig als chemische Reagentien, nicht aber als haltbare Farben zum Färben anwendbar sind.

Sie sind gewöhnlich durch Wasser nur unvollkommen, durch Weingeist dagegen vollständig auflösbar, schon etwas harziger Natur. Ihre wichtigern Farbenverschiedenheiten sind diese: Die blau und violett blühenden Pflanzen lassen gewöhnlich leicht ihre Farbestoffe ausziehen, welche im neutralen Zustande blau oder violett sind, durch verdünnte Säuren aber ins Violettrothe bis ins lebhaft Hochrothe übergehen; durch verdünnte, namentlich kohlensaure Alkalien umgekehrt durchs Violette ins Blaue; durch stärkere Alkalien ins Blaugrüne und Grüne, welches durch stärkere caustische Alkalien oft bis ins Gelbgrüne und Gelbe übergeht.

Die von Natur rothen Farbestoffe der Blüthen verhalten sich wie durch Säuren geröthete blaue Farbestoffe; durch zugesetzte Alkalien verändern sie sich ins Blaue und Grüne.

Die von Natur gelben Farbestoffe der Blüthen gehen durch Alkalien meist ins Bräunliche und Röthlichbraune über, durch Säuren werden sie hellergelb, oft farblos.

Die Farbestoffe gefärbter Wurzeln, Blätter und Beeren zeigen häufig durch Säuren und Alkalien ähnliche Farbenveränderungen *).

Concentrirte Säuren, Chlor, Brom und caustische Alkalien zerstören oft diese Farbestoffe völlig.

Zum Färben benutzte Farbestoffe.

§. 565. Die wichtigern Farbestoffe, welche im Großen als Färbemateriale benutzt werden, sind diese:

1) Rothe extractive Farbestoffe.

Krapproth, aus den Wurzeln von Rubia tinctorum, im reinen

*) Die nähern Untersuchungen über die Farben der Blüthen theilte ich in Schweiggers Jahrbuch der Chemie, Jahrgang 1826. Th. 16. S. 295 u. f. mit.

Zustande krystallinisch darstellbar, als Alizarin, in nadelförmigen Krystallen, die sich in heißem Wasser mit schöner rosenrother Farbe auflösen.

Blauholzroth, aus Haematoxylon campechianum, im reinen Zustande, als Hämatin oder Hämatoxylin, in feinen schuppenförmigen Blättchen krystallisirbar.

Cochenillroth, aus dem getrockneten Körper der weiblichen Cochenillschildlaus (Coccus cacti L.); der Carminstoff, Carminium, ist der reine Farbestoff der Cochenille.

Orseille, ein röthlicher Farbenteig, der aus verschiedenen Flechten (Parmelia Rocella, Lecanora tartarea, Variolaria orcina u. a.) durch Gährung derselben mit faulem Harn oder besser mit ammoniakhaltigen Flüssigkeiten erhalten wird; durch Säuren wird er roth, durch Alkalien oder Kalk violett.

Kermesbeere, die Beeren der Phytolaca decandra enthalten einen rothen Saft, der zum Färben des Papiers, der Zuckerwaaren, so wie zum Malen brauchbar ist; Säuren machen ihn röther, kohlensäure Alkalien violett, kaustische gelb.

2) Harzige rothe Farbestoffe.

Rothes Pigment des Saflors, Carthamin, aus Carthamus tinctorius, unauflöslich in Wasser, fetten und ätherischen Oelen, auflöslich in Alkohol, Aether und kohlensauren Alkalien.

Orlean und dessen harziger Farbestoff aus dem röthlichen, die Samenkörner umgebenden Fleisch von Bixa orellana.

Sandelroth, rother Farbestoff des Sandelholzes von Pterocarpus santalinus.

Alkannaroth, aus der Alkannawurzel (Anchusa tinctoria) dunkelroth, durch Alkalien schönblau werdend.

3) Blaue Farbestoffe.

Lackmus ist der durch Alkalien blau veränderte Farbestoff mehrerer Flechten, besonders von Parmelia Rocella, und daher blos eine mit Alkalien versetzte Orseille.

Indigo, ein blauer Farbestoff, der sich in mehreren Arten von Indigofera und Isatis findet, dunkelblau, mehr oder weniger ins Violette spielend, beim Reiben Kupferglanz annehmend, bald leichter, bald schwerer, als Wasser, unauflöslich in Wasser und kaltem Alkohol, auflöslich in rauchender Schwefelsäure; in höherer Temperatur sublimirt er sich und setzt sich in nadelförmigen platten Krystallen wieder ab; im offnen Feuer und auf glühenden Kohlen verdampft er in rothen Dämpfen mit süßlich brenzlichem Geruch, bei hinreichender Hitze verbrennt er; er besteht aus 72,39 Kohlenstoff, 12,36 Sauerstoff, 12,13 Stickstoff und 3,12 Wasserstoff. — Durch Aufnahme von mehr Sauerstoff geht der Indigo in eine eigene Säure, die Isatinsäure über; auch durch Digestion der Blätter, welche Indigo enthalten, mit Alkohol läßt sich diese Säure er-

halten; sie bildet eine weiße krystallinische Masse, die nach und nach an der Luft blau wird.

4) Gelbe, extractive Farbestoffe.

Fernambuckgelb, aus Fernambuck oder Braſilienholz durch Verbindung mit Alkalien violett, durch Säuren roth werdend.

Saflorgelb, in den Blumenblättern von Carthamus tinctorius neben einem rothen harzigen Farbestoff.

Safrangelb, auch Polychroit genannt, in der getrockneten Narbe von Crocus sativus, in Verbindung mit einem flüchtigen starkriechenden Oel.

Berberisgelb, in der Wurzel von Berberis vulgaris.

5) Gelbe harzige Farbestoffe.

Gelber Farbestoff der Wurzel der Curcuma longa, auch Curcumin genannt, durch Alkalien bräunlichroth werdend.

Gelber Farbestoff des Gummigutts, in verschiedenen Bäumen aus den Guttiferis, namentlich in Garcinia, Cambogia und Morellæ und Stalagmitis cambogioides.

Gelber Farbestoff der Rhabarber aus den Wurzeln verschiedener Arten von Rheum, auch Rheumin genannt.

6) Grüne Farbestoffe.

Saftgrün; man bereitet es aus dem Safte der Beeren des Kreuzdorns (Rhamnus catharcticus), deren Farbestoff sich durch Säuren roth, durch Alkalien grün und gelb färbt.

Indiggrün findet sich neben dem blauen Indigostoff in dem Guatimala- und Javaindig, der sich durch Alkohol ausziehen läßt.

VI. Thierisch-vegetabilische Substanzen, basische Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff.

1) Vegetabilische Salzbasen oder Pflanzenalkaloide.

§. 566. Man versteht unter Pflanzenalkaloiden diejenigen nähern Bestandtheile, welche mit den Säuren salzartige, mehr oder weniger neutrale Verbindungen eingehen und für sich eine alkalische Reaction auf Pflanzenpigmente äußern; sie sind krystallisirbar, im reinen Zustande weiß, bitterscharf schmeckend, schwerer als Wasser; im Wasser sind sie sehr wenig, im Weingeist leichter auflöslich, mit Wasserdämpfen verflüchtigen sie sich nicht, an der Luft hinlänglich erhitzt, brennen sie; bei trockner Destillation geben sie Producte stickstoffhaltiger Körper; sie bestehen näher aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff in sehr mannigfaltigen Verhältnissen, wobei der Kohlenstoff immer überwiegend ist.

§. 567. Um zu finden, ob ein Pflanzenkörper ein Alkaloid enthält, zieht man dieses mit Essig aus, versetzt die Auflösung Darstellung.

[illegible] [illegible], wäscht den Niederschlag mit kaltem Alkohol aus, und digerirt ihn dann mit heißem Alkohol, der das Alkaloid auflöst und beim Erkalten dann wieder in weißen Flocken fallen läßt.

Vorkommen in verschiedenen Pflanzen.

§. 568. Die Pflanzen, worin bis jetzt solche Alkaloide gefunden wurden, wirken gewöhnlich sehr stark auf den thierischen Körper; man fand sie in mehreren sehr wirksamen Medicamenten, namentlich in verschiedenen betäubenden Giftpflanzen; gewöhnlich finden sie sich in den Pflanzen an eine Pflanzensäure gebunden, die oft je nach der Natur der Pflanze selbst sehr verschieden ist, nicht selten auch in Verbindung mit Farbestoffen; zuweilen finden sich in derselben Pflanze neben einander 2 solche alkalische Stoffe. — Zu den wichtigern, bis jetzt aufgefundenen Pflanzenalkaloiden gehören: das Aconit in Aconitum Napellus und paniculatum; das Atropin in Atropa Belladonna; das Brucin in der falschen Angusturarinde der Brucea ferruginea; das Chinin und Cinchonin in den Chinarinden; das Daturin im Stechapfelsamen; das Digitalin in der Digitalis purpurea; das Emetin in verschiedenen Arten von Brechwurzeln; das Hyoscyamin im Bilsenkraut; das Morphium oder Morphin im Opium; das Solanin in den Solanum-Arten.

An diese Alkaloide schließen sich mehrere andere Stoffe des Pflanzenreichs, welche sich zwar nicht mit Säuren neutralisiren lassen, sich aber den Alkaloiden doch durch Krystallisirbarkeit, Stickstoffgehalt und meist bittern Geschmack noch sehr nähern; es gehört dahin der Kaffein oder Kaffestoff, durch großen Stickstoffgehalt ausgezeichnet; das Daphnin, Gentianin, Piperin, Asparagin, Nicotianin und andere.

Anwendungen.

§. 569. Da diese Pflanzenalkaloide die wirksamsten Stoffe des Pflanzenreichs in sich concentrirt enthalten, so bilden sie zum Theil sehr wirksame Medicamente; angewandt werden so bereits die China-Alkaloide, das Chinin und Cinchonin und deren Salze, insbesondere das schwefelsaure Chinin, eben so das Morphin und seine Salze, namentlich das essigsaure Morphin.

2) Pflanzeneiweiß oder Sameneiweiß Wahlenberg's.

§. 570. Es findet sich in sehr vielen frischen Pflanzensäften, in den Blättern der Kohlarten, Spargeln, in vielen Rübenarten, in vielen Samen, daher es Wahlenberg auch Sameneiweiß nannte; es unterscheidet sich durch seine Gerinnbarkeit in der Siedhitze von allen andern Pflanzenstoffen; aus den frischen Pflanzensäften scheidet es sich ab, wenn die durch Auspressen oder Behandeln mit kaltem Wasser erhaltenen Flüssigkeiten gekocht werden; der sich dabei auf der Oberfläche absetzende Schaum enthält das geronnene Pflanzeneiweiß. Aus dem Kleber des Weizens läßt es sich auf die sogleich im folgenden §. anzuführende Art abscheiden; durch Alkohol, Gerbstoff und Sublimatauflösung wird es aus seinen Auflösungen gefällt; in caustischen Alkalien ist es auflöslich; auch mit Säuren läßt es sich verbinden, wobei es jedoch durch einen Ueberschuß der Säuren wieder aus den

Auflösungen niederfällt, mit Ausnahme der Essigsäure und Phosphorsäure, welche auch in überschüssiger Menge zugesetzt werden können. Es verhält sich dem thierischen Eiweiß sehr ähnlich, und giebt bei der Zersetzung durch Destillation und Fäulniß, wie dieses, Ammoniak.

3) Triticin, Kleber oder Colla (Pflanzenleim).

§. 571. Man erhält den Kleber durch Zerlegung des Mehls der Getreidearten, vorzüglich der Weizenarten, wenn man das Mehl kalt mit Wasser in einem Tuch durchknetet, wobei der Kleber, als in Wasser unauflöslich, im Tuch zurückbleibt, während das Stärkemehl und die übrigen in Wasser auflöslichen Bestandtheile aus dem Tuch austreten; dieser Kleber ist jedoch noch nicht rein, er enthält noch etwas Pflanzeneiweiß beigemengt, von welchem man ihn durch Uebergießen mit siedendem Alkohol reinigt, welcher den Kleber auflöst und das Eiweiß als einen halbdurchscheinenden Stoff zurückläßt; dünstet man die Alkoholauflösung wieder ab, so bleibt der Kleber rein zurück.

Der reine Kleber ist graugelb, zusammenhängend, klebrig und höchst elastisch, im warmen und kalten Wasser unauflöslich, hat keinen Geschmack, aber einen schwachen Geruch. Er trocknet an der Luft zu einer dunkelgelben durchsichtigen Masse ein; siedet man ihn mit wäßrigem Alkohol, so erhält man eine blaßgelbe Auflösung, aus welcher der Kleber beim Erkalten niederfällt. Er bildet mit caustischem Kali eine neutrale Auflösung; in Essigsäure löst er sich auf, mit den unorganischen Säuren verbindet er sich zu klebrigen, in reinem Wasser unauflöslichen Verbindungen, die jedoch in Wasser auflöslich werden, wenn man die überschüssige Säure weggewaschen hat. Ammoniak und Kalkwasser fällen den Kleber aus diesen Auflösungen in Säuren und lösen ihn wieder auf. Bei der Zersetzung durch Fäulniß und Destillation giebt der Kleber viel Ammoniak; er besteht nach Marcet aus 55,7 Kohlenstoff, 22,0 Sauerstoff, 14,5 Stickstoff und 7,8 Wasserstoff *).

a) Nach Taddei sollte der Kleber wieder aus 2 Stoffen zusammengesetzt sein: aus einem im siedenden Alkohol auflöslichen Stoffe, welchen er Gliadin nannte, und aus einem in diesem unauflöslichen Stoffe, dem Zymom. Berzelius zeigte jedoch vor Kurzem **), daß das Erstere nichts als der reine Kleber im engern Sinne des Worts und das Letztere Pflanzeneiweiß ist.

4) Legumin Braconnot's, oder thierisch vegetabilischer Stoff der Hülsenfrüchte.

§. 572. Dieser Stoff findet sich in allen Hülsenfrüchten, in den Samen der Pflanzen mit Schmetterlingsblüthen. Man erhält ihn, wenn man reife Erbsen einige Stunden in lauem Wasser anschwellen läßt, in einem steinernen Mörser zu Brei rührt und ihn [illegible]

*) Bibliothèque universelle. Tom. 36. 1827. p. 37.

**) Siehe dessen Jahresbericht, übersetzt von Wöhler. Tübingen, [illegible] S. 231.

mit Wasser verdünnte Masse durch ein Sieb mit Roßhaar schlägt; die durch das Sieb gehende milchartige Flüssigkeit enthält die Legumine mit Stärkemehl; in der Ruhe setzt sich das Stärkemehl ab, das von der darüberstehenden Flüssigkeit getrennt wird, aus welcher durch Zusatz von etwas verdünnter Schwefelsäure die Legumine niederfällt, die man zuerst mit Wasser und dann mit siedendem Alkohol auswäscht, welcher etwas Chlorophyll aufnimmt und dann die Legumine rein mit weißer Farbe zurückläßt; getrocknet wird sie halbdurchsichtig. — Verdünnte Pflanzensäuren und Alkalien lösen die Legumine auf; alle Metallsalze, deren Säure eine Mineralsäure ist, schlagen sie unauflöslich nieder; auch Wasser, welche Gyps und kohlensaure Kalkerde enthalten, haben diese Eigenschaft*).

a) Es scheint sich hieraus zu erklären, warum sich Hülsenfrüchte in harten Wassern nicht weich kochen lassen; vielleicht, daß sich das Weichsieden und die Zartheit der trocknen Hülsenfrüchte schon dadurch befördern ließe, daß man das zum Sieden anzuwendende Wasser schwach alkalisch machte, oder durch eine Pflanzensäure (etwa durch Sauerampfer) säuerte.

5) Gährungsstoff, Ferment, (Hefe).

§. 573. Man versteht unter Gährungsstoff oder Ferment den Stoff, der die Eigenschaft hat, den in Wasser auflöslichen Zucker in Gährung zu setzen: es ist ein stickstoffhaltiger Pflanzenbestandtheil, hauptsächlich der Kleber, der durch Einwirkung der Luft eine Veränderung erlitten hat, wie man annimmt, gesäuerstofft worden ist. Die durch das Ferment angeregte Gährung erzeugt aus jenen stickstoffhaltigen Substanzen neues Ferment, womit eine neue Gährung hervorgerufen werden kann, es läßt sich also das Ferment ins Unendliche vervielfältigen, ohne daß man es bisher für sich vollkommen rein darstellen konnte, es soll, wie der Kleber, aus Pflanzenleim und Eiweiß bestehen, jedoch, durch Oxydation, in anderen Mengenverhältnissen. In gährenden Flüssigkeiten erscheint es, durch Luftbläschen gehoben, zuerst an der Oberfläche und sinkt nachmals, als Hefe, zu Boden.

Auch thierische Substanzen, Fleisch, Leim, alter Käse &c. können die Gährung hervorrufen, wenn sie in Fäulniß übergehen; aber weder so bald, noch so vollständig.

Man unterscheidet die geistige oder Weingährung und die Essiggährung; durch erstere werden Weingeist und weinartige, durch letztere essighaltige Flüssigkeiten erzeugt.

Die Weingährung tritt ein, wenn bei einer Temperatur von 7—15° R. einer Flüssigkeit Ferment zugesetzt wird, welche gemeinen, krümlichen oder Schleimzucker (§. 528.) entweder schon gebildet enthält, wie in vielen süßen Pflanzensäften, oder in welcher sich dieser erst erzeugt, wie beim Maischen des Getreides und Gähren des Brods dieses der Fall ist; beim gemeinen Zucker ist geringere, beim Stär-

---

*) Annales de Chimie. Jan. 1827. pag. 68.

[illegible] höhere Temperatur zur Einleitung der Gährung nöthig; mit Eintritt der Gährung trübt sich die etwa zuvor klare Flüssigkeit, die Temperatur erhöht sich etwas, es entwickeln sich viele Bläschen von Kohlensäure und es bilden sich während der Zersetzung des Zuckers je auf 100 Theile desselben, nach Döbereiner, bei vollständiger Gährung 48,8 Gewichtstheile Kohlensäure und 51,2 Gew. Thle absoluter Alkohol, auch bei der Bildung des Brods bildet sich außer Kohlensäure wirklich etwas Alkohol, wie dieses vor kurzem Graham zeigte (Annal. of nat. Philosoph. Nro. 71. p. 363.).

Die Essiggährung tritt ein, wenn Flüssigkeiten, welche die geistige Gährung überstanden haben, beim Zutritt der Luft einer Temperatur von 20—30° R. ausgesetzt werden; der Alkohol wird in diesem Falle zersetzt, während Sauerstoff aus der Luft absorbirt wird, wobei gleichfalls einige Temperaturerhöhung Statt findet; 100 Gewichtstheile reiner Alkohol nehmen dabei, nach Döbereiner, 69 Theile Sauerstoffgas auf und bilden damit 110,66 Theile Essigsäure, und 58,33 Theile Wasser.

Enthalten weinartige Flüssigkeiten gummiartige Stoffe, so gehen sie unter Zersetzung derselben auch ohne Luftzutritt bei längerer und stärkerer Einwirkung von Wärme langsam in Essig über. Ebenso zersetzen sich verschiedene Pflanzensäuren, namentlich in Wasser aufgelöste Weinsteinsäure und Kleesäure, unter gewissen Umständen auch ohne Zusatz von Weingeist, unter Bildung von Essigsäure.

Zweite Unterabtheilung.

Von den nähern Bestandtheilen des Thierreichs.

I. Saure Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasser- und Stickstoff.

§. 574. Die meisten der in dieser Abtheilung stehenden Stoffe sind im Thierreich vorkommend oder können wenigstens leicht aus Stoffen des thierischen Körpers dargestellt werden. Es gehören dahin die Blausäure oder Hydrocyansäure, Oxycyansäure, Harnsäure, Purpursäure, Amniossäure und Käsesäure; sie reagiren sämmtlich sauer.

1) Die Blausäure oder Hydrocyansäure.

§. 575. Sie bildet sich leicht durch trockene Destillation thierischer Stoffe; schon gebildet findet sie sich in verschiedenen Vegetabilien, in der Epidermis der Samen der bittern Mandeln, Aprikosen, Pflaumen, Kirschen, Pfirsichen, des Kirschlorbeers, in den Blättern der beiden letztern Pflanzen, in den Blattknospen mehrerer Weidenarten, in den Blüthen der Schlehen und Pfirsiche, in der Rinde

von Prunus Padus. Durch Destillation läßt sie sich aus vielen ihrer Verbindungen abscheiden *).

Sie ist im reinen Zustand klar, farblos, ihr Geruch ist stark, etwas zum Husten reizend, verdünnt angenehm, dem der bittern Mandel ähnlich, ihr Geschmack eigenthümlich, anfangs frisch, bald nachher scharf und reizend, ihr spec. Gewicht ist 0,705; sie kocht schon bei 21,2° R. und gefriert bei —12° R., sie verdampft schnell unter starker Kälteerzeugung, sie gehört zu den stärksten betäubenden Giften. Sie bildet sich, wenn sich Blaustoff (Cyanogen) und Wasserstoff in gleichen Raumverhältnissen durchdringen. Sie besteht aus 2 Antheilen Kohlenstoff, 2 Antheilen Stickstoff und 2 Antheilen Wasserstoff.

§. 576. Der Blaustoff der Hydrocyansäure geht mit den metallischen Grundlagen der Alkalien Verbindungen ein, welche die in Säuren aufgelösten Metalloxyde als Cyanüren niederschlagen.

Unter die wichtigern dieser Verbindungen gehört das Cyaneisenkalium, sonst blausaures Eisenkali oder Blutlaugensalz genannt, es bildet mit Eisenoxydauflösungen berlinerblaue, mit Kupferoxydauflösungen kupferbraune Niederschläge.

Schwefelblaustoff.

§. 577. Glüht man Blaustoffmetalle mit Schwefel, so erhält man Schwefelblaustoff; er besteht aus 1 Antheil Blaustoff und 2 Antheilen Schwefel, ein Antheil dieses Schwefelblaustoffs mit 2 Antheilen Wasserstoff bildet die Schwefelblausäure oder Schwefelcyanwasserstoffsäure, welche auch Blutsäure genannt wurde, indem sie die Eigenschaft hat, mit Eisenoxyd blutrothe Verbindungen zu geben, ohne damit Niederschläge zu bilden; im wasserhaltenden Zustand ist sie farblos, säuerlich, im Geruch der Essigsäure etwas ähnlich, von 1,022 spec. Gewicht; auf Thiere wirkt sie gleichfalls giftig.

Anwendungen.

§. 578. Die Blausäure ertheilt schon in sehr geringer Menge Speisen und Getränken einen angenehmen Geruch; das Eigenthümliche des Kirschwassers beruht auf einem geringen Gehalt an Blausäure; im Kirschlorbeerwasser wird sie als Medicament benutzt; im concentrirten Zustand bildet sie eines der am schnellsten wirkenden, unter Starrkrampf tödtenden Gifte. — Cyaneisenkalium oder Blutlaugensalz wird als ein empfindliches Reagens für mehrere Metalle häufig angewandt; in seiner Verbindung mit Eisen, als Berlinerblau, wird es in der Färberei benutzt; auch die rothe Farbe, welche die Schwefelblausäure mit Eisenoxyd bildet, versuchte man auf Papier, Wolle, Seide und andere Stoffe zu befestigen.

2) Die Cyansäure und Knallsäure.

§. 579. Diese Säure ist eine Verbindung des Blaustoffs mit Sauerstoff; man erhält sie, wenn man Blaustoffgas in aufgelöste

*) Es ist noch ungewiß, ob diese Säure schon fertig in jenen Pflanzentheilen enthalten ist, oder erst, bei der Destillation mit Wasser, sich bildet.

[illegible], [illegible] cyansaures Kali und Cyankalium entsteht. Sie ist sauerschmeckend, röthet Lackmus, riecht durchdringend und bildet mit Alkalien eigenthümliche Salze.

Ganz dieselbe Zusammensetzung, wie die Cyansäure, hat auch die Knallsäure, welche indeß nur in Verbindung mit Salzbasen bekannt ist. Die knallsauren Salze sind dadurch merkwürdig, daß sie durch Reiben und Erwärmen mit größter Heftigkeit explodiren.

3) Die Harnsäure oder Blasensteinsäure.

§. 580. Sie findet sich immer im Harn des Menschen; der sogenannte Gries besteht oft größtentheils aus dieser Säure; sie wurde auch in den Excrementen einiger Wasservögel und im Mastdarm der Raupen und Käferlarven gefunden.

Sie hat weder Geruch, noch Geschmack, und ist im Wasser schwer auflöslich; sie gebraucht bei der gewöhnlichen Temperatur zur Auflösung 1720, in der Siedhitze 1150 Theile Wasser, sie krystallisirt in kleinen harten, braunen Schuppen; ihre Bestandtheile sind nach Kodweiß 37,40 Stickstoff, 39,79 Kohlenstoff, 2,00 Wasserstoff, 20,81 Sauerstoff. — Die harnsauren Salze sind meist unauflöslich; nur die basischen Salze der Alkalien lösen sich leicht, sie fällen die meisten auflöslichen Erden und Metallsalze.

Man erhält diese Säure, wenn man in frischgelassenen Urin einige Tropfen Schwefelsäure tröpfelt und die Flüssigkeit einigemal stark umrührt; der Urin trübt sich dadurch und die Harnsäure fällt zu Boden.

Destillirt man die Harnsäure, so erhält man die brenzliche Harnsäure; sie setzt sich als Sublimat in kleinen nadelförmigen Krystallen an.

4) Die Purpursäure.

§. 581. In der Natur wurde diese Säure bis jetzt noch nicht gebildet gefunden; man erhält sie künstlich, wenn man in der Wärme Salpetersäure auf Harnsäure einwirken läßt; man erhält sie in diesem Fall in Verbindung mit Ammoniak, aus welcher Verbindung sie sich durch Schwefelsäure abscheiden läßt.

Sie erscheint als ein hellgelbes Pulver, welches im Alkoholwasser und in verdünnten Säuren unauflöslich ist, sich aber in starken Mineralsäuren und Alkalien auflöst. Mit letztern bildet diese Säure schön purpurroth gefärbte Auflösungen, welche fähig sind, zu krystallisiren; auch mit den metallischen Grundlagen bildet sie schön gefärbte Verbindungen; vielleicht bildet sie die Grundlage mehrerer Farben der thierischen Körper; sie besteht aus 27,27 Kohlenstoff, 31,81 Stickstoff, 4,54 Wasserstoff und 36,36 Sauerstoff.

§. 582. Die rosenrothe Säure ist nach Proust ein Gemisch von Harnsäure und Purpursäure; sie findet sich im rothen Bodensatz des Urins, welcher sich bei vielen Krankheiten, vorzüglich bei Wechselfiebern absetzt; sie erscheint als ein zinnoberrothes Pulver, welches sich in Wasser und Alkohol leicht auflöst, Lackmuspapier röthet, durch

Salpetersäure und purpursaures Ammoniak und durch Schwefelsäure in Harnsäure umgewandelt wird.

5) Die Amniossäure.

§. 583. Diese Säure wurde bis jetzt blos in der Flüssigkeit der Allantois der Kühe gefunden; sie reagirt sauer, läßt sich krystallinisch in weißen Säulen und Nadeln von Perlmutterglanz darstellen; sie ist in 400 Theilen kaltem und 30 Theilen siedendem Wasser auflöslich; sie bildet mit den salzfähigen Grundlagen auflösliche und krystallisirbare Salze.

6) Die Käsesäure.

§. 584. Diese Säure erzeugt sich beim Faulen von Käse und Kleber, wobei sich käsesaures und essigsaures Ammoniak bilden. Um die Säure rein zu erhalten, übergießt man dieses Gemisch mit Alkohol, dampft das Helle ab und löst den Rest in Wasser auf, kocht ihn mit kohlensaurem Blei, läßt durch die filtrirte Auflösung hydrothionsaures Gas streichen, und verjagt dann durch nochmaliges Kochen den Ueberschuß von diesem Gas. — Diese Säure ist dickflüssig, Chlorgold wird durch sie gelb, salpetersaures Silber röthlichgelb und Quecksilbersublimat weiß gefällt, bei trockener Destillation zersetzt sie sich.

II. Basische Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasser-, Stick- und Sauerstoff.

§. 585. Die Stoffe dieser Abtheilung reagiren nicht sauer, wie die vorhergehenden, ohne jedoch alkalische Reaction zu besitzen; von den entsprechenden Substanzen im Pflanzenreich zeichnen sie sich gewöhnlich durch größern Stickstoffgehalt aus; es gehören dahin der thierische Schleim, die Gallerte, der Eiweißstoff, Käsestoff, Faserstoff, färbende Stoff des Bluts, die thierischen Fettigkeiten, der Gallenstoff, Harnstoff.

1) Der thierische Schleim oder Mucus.

§. 586. Er findet sich im thierischen Körper häufig als innerer Ueberzug der sogenannten mucosen Häute, er bildet den Hauptbestandtheil des organischen Stoffs der Austern, Medusen, Infusorien und vieler niedern Thiere, er zeigt je nach den einzelnen Organen des thierischen Körpers, aus welchen er sich absondert, viele Verschiedenheiten, als Nasenschleim, Schleim der Gallen- Harnblase und anderer Organe; die meisten Veränderungen erleidet er in Krankheiten.

In seiner reinen Form bildet er eine klebrige, durchsichtige und geschmacklose Flüssigkeit, welche nur im Augenblick ihrer Entstehung eigentlich auflöslich zu sein scheint, aber in Berührung mit Wasser und Luft bald unauflöslich wird; Alkohol, basischessigsaures Blei und salpetersaures Silber, nicht aber Gerbstoff, fällt ihn;

ausgetrocknet wird er durchsichtig, spröd, glänzend, unauflöslich in Wasser und Alkohol, nur in Säuren bleibt er noch auflöslich.

2) Die Gallerte, Gelatina, Gelée.

§. 587. Sie ist eine der verbreitetsten thierischen Substanzen; sie findet sich im Fleisch, in den Knochen, Klauen, Hörnern, Häuten, Knorpeln, Sehnen, und bildet die Grundlage der Suppen, Fleischbrühen und vieler Speisen.

Sie ist durchsichtig, zäh, spröd, ohne Geschmack und Geruch, in flüssigen Fetten, ätherischen Oelen und Weingeist unauflöslich, im kalten Wasser schwillt sie auf, im warmen löst sie sich auf, und gesteht dann während des Erkaltens zu einer zitternden Masse (Gelée), wenn das Wasser nicht weniger als $\frac{1}{100}$ der trockenen Gallerte enthält; wird das Wasser durch Abdünsten verflüchtigt, so wird sie fest, spröd, gelblichbraun durchscheinend, läßt sich aufbewahren, ohne zu faulen, und bildet so den gewöhnlichen Leim, die Haußenblase, oder in seiner reinern Form die als kräftiges Nahrungsmittel angewandten Gelée- oder Suppentäfelchen; sie besteht im trockenen Zustande in 100 Theilen aus 47,88 Kohlenstoff, 27,20 Sauerstoff, 17,00 Stickstoff und 7,91 Wasserstoff.

Die Gallerte wird aus ihrer Auflösung in Wasser durch Gerbstoff als eine zähe, in Wasser unauflösliche und der Fäulniß widerstehende Masse gefällt, welche aus 54 Theilen Gallerte und 46 Gerbstoff zusammengesetzt ist; die Fabrication des Leders beruht auf dieser Verbindung des Gerbstoffs mit der Gelatina der thierischen Häute; das Leder wird in der Regel desto besser, je inniger und vollkommener diese Verbindung erfolgt.

3) Der Eyweißstoff oder Eystoff.

§. 588. Der Eyweißstoff ist eine gelblich gefärbte, klebrigte, durchsichtige, geschmack- und geruchlose, im kalten Wasser und in Alkalien auflösliche Substanz, welche durch Gerbstoff, mehrere Metallauflösungen und Säuren, und durch Erhitzung bis zu 50 bis 59° R. zu einer weißen festen Masse von muschligem Bruch gerinnt, und unter Zutritt der Luft unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff bald fault. Er macht den Hauptbestandtheil des Blutwassers, der lymphatischen Flüssigkeit und den größten Theil des Ey's der Vögel aus.

In seinem aufgelösten Zustand gehören zu seinen empfindlichsten Reagentien salpetersaures Silber, Chlorgold und Quecksilberchlorid; auch rohe Kaffeebohnen lassen sich als Reagens auf Eyweiß anwenden, indem sie die Eigenschaft haben, sich durch Eyweiß nach einigen Stunden grün zu färben; nur muß etwa vorhandenes freies Natron zuerst neutralisirt werden, indem sich dieses gleichfalls mit Kaffeebohnen grün färbt. — Im getrockneten Zustand besteht das Eyweiß aus 52,78 Kohlenstoff, 23,87 Sauerstoff, 15,70 Stickstoff und 7,54 Wasserstoff, wozu noch eine Spur von Schwefel kommt.

4) Der Käsestoff oder Galactin Döbereiner's.

§. 589. Er ist dem thierischen Eyweiß sehr verwandt und bildet einen wesentlichen Bestandtheil der Milch und des Chylus; vom Eyweiß unterscheidet er sich durch seine Eigenschaft, durch bloße Einwirkung der Wärme, wenn diese auch bis zur Siedhitze steigt, nicht zu gerinnen, wohl aber, wenn zugleich Sauerstoff einwirkt, wodurch sich auf warmer Milch eine aus geronnenem Käse bestehende Haut bildet, oder durch Zusatz von Säuren oder von Laab des Kälbermagens bei einer Temperatur von 24° bis 30° R.; bei von selbst erfolgendem Sauerwerden der Milch gerinnt er schon in gewöhnlicher Temperatur zu einer zusammenhängenden weißen Masse; durch's Austrocknen an der Luft wird er gelblich weiß, hornartig fest, getrocknetem Eyweiß ähnlich; nach Thenard besteht der beim Sauerwerden der Milch abgeschiedene und getrocknete Käse aus 59,78 Kohlenstoff, 11,41 Sauerstoff, 21,38 Stickstoff und 7,43 Wasserstoff.

§. 590. Eine abgeänderte, sich dem Eyweiß schon ähnlicher verhaltende Käseart bildet der Zieger; man erhält ihn, nachdem der Käse der Milch durch Laab in einer Temperatur von 24° bis 30° R. abgeschieden ist, aus der übrigbleibenden grünlichen Flüssigkeit, welche in der Schweiz Syrte genannt wird; wird diese bis zur Siedhitze erwärmt, so wird sie milchweiß, bildet die sogenannte Käsemilch, aus welcher sich durch etwas in der Siedhitze zugesetzten Essig der Zieger in weißen Flocken abscheidet, die beim Austrocknen ein schmutziggraues, vom eigentlichen Käse sehr verschiedenes Aussehen annehmen, dem sie auch im Geschmack sehr nachstehen; nach Berzelius scheint der Zieger ein Theil Käse zu sein, der durch die freie Säure der Milch aufgelöst erhalten wird.

a) Die bessern Schweizer Käse enthalten den Käsestoff ohne den Zieger, der letztere wird zu einer eigenen weniger geachteten Käseart verarbeitet; manche Käsearten enthalten übrigens auch beide Käsearten zugleich, wie die Schabzieger oder sogenannten Kräuterkäse, welchen aber zugleich noch gewürzhafte Kräuter zugesetzt werden. — In Deutschland scheint man Käse und Zieger oft nicht gehörig zu unterscheiden; auch Syrte und Molken werden nicht selten verwechselt; beide enthalten zwar noch den Milchzucker der Milch aufgelöst, erstere aber zugleich den Zieger, welcher den reinen Molken fehlt *).

5) Faserstoff oder Fibrin.

§. 591. Der thierische Faserstoff ist eine dem Eyweiß und

*) Nähere Untersuchungen über diese Bestandtheile der Milch theilte ich im 5ten Heft der landwirthschaftlichen Blätter von Hofwyl, Aarau bei Sauerländer (1817) und in Meckels Archiv der Physiologie Theil IV. Seite 557. Jahrgang 1818, mit. (Berzelius hält es für wahrscheinlich, daß Zieger und Käsestoff nur dadurch verschieden wären, daß der eine durch Lab coagulirter und unverbundener Käsestoff, der andere aber eine Verbindung von uncoagulirtem Käsestoff mit Essigsäure sei).

[illegible] sehr ähnliche Substanz, der sich im Blut im aufgelösten Zustande findet, und den Hauptbestandtheil des Fleisches der Thiere ausmacht. Er scheidet sich aus dem Blut ab, wenn dieses mit der Luft in vielfache Bewegung gesetzt wird; mit kaltem Wasser gehörig abgewaschen, erscheint er als ein weißer, elastischer, geruch- und geschmackloser Stoff, der in kaltem Wasser, Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen unauflöslich ist; im siedenden Wasser theilt er sich in zwei Theile; ein Theil löst sich auf, und ertheilt diesem den angenehmen Fleischbrühgeschmack, der andere bleibt als ein zusammengeschrumpfter, nun in Essigsäure unauflöslicher Stoff zurück. — Mit Säuren geht der Faserstoff stets 2 Verbindungen ein, neutrale und saure; erstere sind auflöslich, letztere unauflöslich; nur Essig- und Phosphorsäure machen eine Ausnahme, deren saure Verbindungen gleichfalls auflöslich sind. Alkalien lösen den Faserstoff in der Wärme leicht unter Entwickelung von Ammoniak auf. Den getrockneten Faserstoff aus Ochsenblut fanden Gay-Lussac und Thenard bestehend aus 53,36 Kohlenstoff, 19,86 Sauerstoff, 19,93 Stickstoff und 7,02 Wasserstoff.

6) Der rothfärbende Stoff des Bluts, Hämatin.

§. 592. Er unterscheidet sich vom Faserstoff vorzüglich durch seine rothe Farbe und die Eigenschaft, auch im getrockneten Zustand seine Auflöslichkeit im Wasser nicht zu verlieren, während der Faserstoff bei jeder Temperatur gerinnt. Wird die Auflösung dieses Stoffs in Wasser in einer flachen Schale einer Hitze von 40° R. ausgesetzt, so wird sie schwarz, trocknet ohne Gerinnung ein, läßt sich aber im kaltem Wasser wieder auflösen, durch Alkohol und Aether verwandelt er sich in eine fette wallrathartige Masse, in Essigsäure erweicht er sich und bildet eine schwarze Gallerte, welche mit lauem Wasser eine röthlichbraune Auflösung giebt, kochendes Wasser wirkt auf ihn, wie auf den Faserstoff, ein Theil löst sich in Wasser auf, und der übrige bleibt unaufgelöst in etwas zusammengezogenem Zustande zurück.

Nach Berzelius zeichnet sich dieser Stoff durch größern Eisengehalt von andern thierischen Stoffen aus, obgleich dieses nicht allein die Ursache seiner rothen Farbe zu sein scheint.

7) Thierische Fettigkeiten.

§. 593. Sie sind den fetten Stoffen des Pflanzenreichs ähnlich, aus einem ölartigen Stoff, Elain, und unschlittartigen Stoff, Stearin, zusammengesetzt, in welche sie sich auf ähnliche Art, wie die Oele des Pflanzenreichs (§. 561.) zerlegen lassen; im Allgemeinen zeichnen sie sich durch größere Consistenz und größern Stearingehalt von den Fetten des Pflanzenreichs aus; sie zeigen übrigens viele Verschiedenheiten; die wichtigern sind:

Der Wallrath, er ist weiß, wachsartig spröd, zart anzufühlen, schmilzt erst bei 36° R., er ist fast geschmack- und geruchlos, man erhält ihn aus den Kopfknochen mehrerer Wallfischarten.

Der Talg mehrerer wiederkäuender Thiere, schmilzt gewöhnlich bei 30—32° R., wird häufig zu Unschlitt und Seife benutzt.

Das Schmalz der Schweine, Gänse, Enten in der gewöhnlichen Temperatur weniger fest, schon bei 20—21° R. schmelzend.

Die Butter der Milch, gewöhnlich bei 24° R. schmelzend, je nach den Jahreszeiten und der Fütterung der Thiere in verschiedenem Verhältniß aus einem talgartigen und ölartigen Stoff zusammengesetzt; die Winterbutter enthält gewöhnlich mehr des erstern, die Sommerbutter mehr des letztern Stoffs.

Der Fischthran aus dem Speck des Wallfisches in der gewöhnlichen Temperatur halbflüssig, bräunlich, von unangenehmem Geruch.

Die Butter der Kühe fand Berard bestehend aus 65,6 Kohlenstoff, 17,6 Wasserstoff und 16,8 Sauerstoff; den Hammeltalg aus 65 Kohlenstoff, 21,5 Wasserstoff und 13,5 Sauerstoff.

8) Gallenstoff.

§. 594. Er findet sich in jeder Galle; man erhält ihn, wenn man frischer Galle so lange verdünnte Schwefelsäure zugießt, bis kein Niederschlag mehr erfolgt, das Ganze dann erhitzt und filtrirt; der erhaltene grüne Niederschlag wird mit kohlensaurem Baryt digerirt, der Baryt verbindet sich mit der Schwefelsäure, und der Gallenstoff bleibt dann in der übrigen Flüssigkeit zurück, aus welcher man ihn dann durch Filtriren und Abdünsten erhalten kann. — Er schmeckt bittersüß, hat einen eigenen Geruch, ist in Wasser und Alkohol, nicht aber in Aether auflöslich, und geht mit den Säuren, wie der Faserstoff, eine auflösliche und eine unauflösliche Verbindung ein, wovon letztere durch überschüssig zugesetzte Säure eine harzartige Beschaffenheit annimmt.

9) Harnstoff.

§. 595. Der Harnstoff ist eine eigenthümliche, in 4seitigen Prismen krystallisirbare Substanz, welche den Hauptbestandtheil des Urins ausmacht. Er schmeckt scharf stechend und unangenehm, riecht stark nach Knoblauch, ist in Wasser leicht, in Alkohol schwer auflöslich, und verwandelt sich in kohlensaures Ammoniak, wenn seine Auflösung in Wasser bis zum Kochen erhitzt wird; er löst sich in Kali, Natron, Baryt und Strontian auf, und auch in diesen Auflösungen zersetzt sich der Harnstoff in Ammoniak, Kohlensäure und Essigsäure, wenn sie bis zur Siedhitze erwärmt werden; bei der trockenen Destillation erhält man aus dem Harnstoff einen der Harnsäure sehr ähnlichen Stoff; er besteht nach Proust aus 31,82 Stickstoff, 43,68 Sauerstoff, 18,57 Kohlenstoff und 5,93 Wasserstoff. — Die reichliche Entstehung von Ammoniak durch faulenden Urin erklärt sich genügend aus diesen Bestandtheilen.

Register.

A.

Die Ziffer zeigt die Seite an.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

T.

V.

W.

Y.

Z.

Druckfehler.

S. 16 Z. 16 von unten lies Suspension statt Suspenfion.
— 90 — 22 von oben — Substanzen — Pulver.
— 94 — 12 — — — 4,695 statt 8,695.
— 99 — 19 — — — ebenso Schießp. statt in Schießpulver.
— 100 — 5 — — — fest statt fast.
— 123 — 3 von unten — Chrysitis statt Ghrysitis.
— 149 — 4 — — — schwefelsäurehaltigen statt schwefelsäurhlatigen.
— 151 — 15 — — — erhält statt enthält.
— 151 — 1 — — — Gold statt Go
— 205 — 8 — — [illegible]
— 212 — 11 von oben — Braunstein statt Braunstein.
— 221 — 8 — — — Broconnot statt Braconnot.

Leipzig. Druck von Hirschfeld.

erscalen

NHEIT

welcmwöhnlich im Gebrauch

rs-Grade

Siedepunc

Hölzass
Sommer
Salzsoole

Reine Be
Künstlichs an den kältesten Wintertagen in Stuttgart.
Mohnoeler Melvillinsel unter 73 nördl. Breite.

Gewöhnl

ttgart im Dec. 1798.

Salpeter tthardt d. 6. Jan. 1789.

Englische Dec. 1799.

Salpeters lsund d. 23. Jan. 1823.

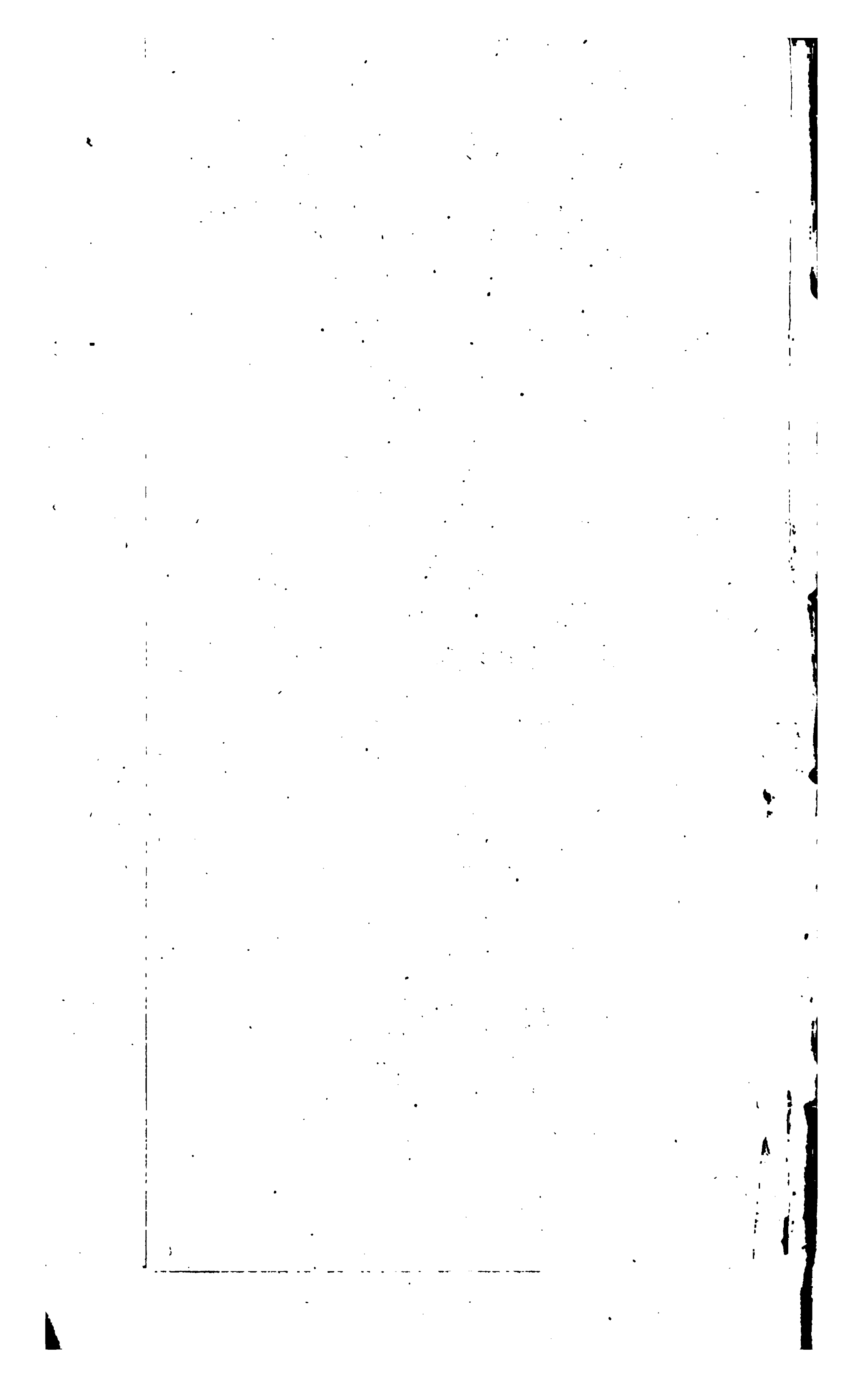
der Monate Jan. u. Febr. auf
der Melvillinsel.

Quecksilbe im Jahr 1760.

Schwefela

sel beobachtete Kälte.

Amonium bachtete Kälte.



Grundsätze der Agricultur-Chemie

in näherer Beziehung auf land- und forstwirthschaftliche Gewerbe

von

G. Schübler,

ordentlichem Professor an der Universität zu Tübingen, mehrerer gelehrten Gesellschaften und landwirthschaftlicher Vereine Mitglied.

Zweite Auflage,
durchgesehen und verbessert
von

K. L. Krutzsch,

Professor an der Academie der Forst- und Landwirthschaft zu Tharand.

II. Theil.

Agronomie.

Mit einer Kupfertafel und mehreren Tabellen.

Leipzig,
in Baumgärtners Buchhandlung.
1838.

Grundsätze

der

Agricultur-Chemie

in näherer Beziehung auf land- und forstwirthschaftliche Gewerbe

von

G. Schübler,

Leipzig,

1838.

Inhaltsverzeichniß.

Zweiter Theil.

Agronomie,

oder Lehre von den Bestandtheilen des Bodens und den in der Land- und Forstwirthschaft erzielten Producten des Pflanzenreichs.

Agriculturchemie.

Zweiter Theil.

Agronomie

oder

Lehre von den Bestandtheilen des Bodens und den in der Land- und Forstwirthschaft erzielten Producten des Pflanzenreichs.

Einleitung.

§. 1. Man versteht unter Agronomie die chemische Ackerbaukunst oder Agriculturchemie im engern Sinne des Worts; sie begreift die nähere Kenntniß der Beschaffenheit und Bestandtheile des Bodens, seine physischen und chemischen Eigenschaften, die Art und Weise, die verschiedenen Erdarten des Bodens näher zu untersuchen, die Bodenarten zweckmäßig einzutheilen und ihre fehlerhaften Eigenschaften zu verbessern. In genauer Beziehung steht damit die Kenntniß der Bestandtheile der in der Land- und Forstwirthschaft im Großen erzielten Producte des Pflanzenreichs, welche wir daher in einem besondern Abschnitt betrachten werden.

Erster Abschnitt.

Von den Bestandtheilen des Bodens.

Allgemeinere Eigenschaften.

§. 2. Der Boden, welcher die oberste Schicht der Erdoberfläche bildet und der Vegetation überhaupt als Unterlage zur Befestigung der Wurzeln und Zuführung von Nahrungsmitteln dient, besteht aus den Trümmern der verschiedensten Gebirgsarten, deren Bruch-

stücke nach und nach durch Verwitterung in Brocken, Sand und mehr oder weniger feine pulverförmige Theile übergegangen sind, welchen sich zugleich mannigfaltige zu Humus verweste Ueberreste abgestorbener Thiere und Pflanzen beimengten.

Geognostische Verhältnisse.

§. 3. Es läßt sich aus dieser Entstehungsart erwarten, daß die vorherrschenden unterliegenden und benachbarten Gebirgsarten einer Gegend auf die Zusammensetzung des Bodens von bedeutendem Einfluß waren und noch sein werden; zweckmäßig ist es daher, bei nähern Beschreibungen und Untersuchungen von Bodenarten jedesmal einen kurzen Ueberblick der geognostischen Verhältnisse der Gegenden vorauszuschicken, in welchen diese Bodenarten liegen; die Auffindung einzelner Bestandtheile und die Beurtheilung des Ganzen überhaupt wird dadurch oft sehr erleichtert. Haußmann und Hundeshagen begründeten auf diese geognostischen Verhältnisse selbst Eintheilungen der Bodenarten, worauf wir unten bei der Classification des Bodens zurückkommen werden.

Tiefe und Mächtigkeit des Bodens.

§. 4. Die Tiefe der für die Vegetation tauglichen Erdschichten ist für die Fruchtbarkeit einer Gegend von bedeutendem Einfluß, sie muß immer zunächst berücksichtigt werden; am tiefsten ist sie im Allgemeinen in flachen Thälern von geringem Fall, in Ebenen, welche von höhern oder bergigen Gegenden umgeben sind, an den Ufern langsam fließender Wasser, in den Umgebungen mancher Seen und in muldenförmigen Vertiefungen einzelner Gebirgsgegenden; weniger mächtig ist sie gewöhnlich am Abhange der Berge, an den Ufern reißender Bergströme und reißender Wasser überhaupt, auf isolirten Bergflächen und größern, nicht von Bergen begrenzten Ebenen. Die größere Unfruchtbarkeit hochliegender Gegenden beruht nicht selten mehr in dieser geringern Mächtigkeit des fruchtbaren Erdreichs, als in der geringern Lufttemperatur, welche gewöhnlich erst bei größern Höhen von bedeutendem Einfluß ist.

Ist die Mächtigkeit der für die Vegetation tauglichen Erdschicht sehr gering, so kann sich ein solches Erdreich zwar oft noch gut zu krautartigen, weniger tief wurzelnden Gewächsen eignen, baumartige Gewächse und tiefer wurzelnde Pflanzen erkranken aber leicht, und sterben oft selbst ab, so bald sie mit ihren Wurzeln nicht mehr tiefer eindringen können.

Steilheit, Abdachung des Bodens.

§. 5. Die mehr oder weniger schiefe Lage und Steilheit des Bodens ist für seine Culturverhältnisse nicht weniger von Wichtigkeit; die Richtung und Stärke der Neigung müssen in dieser Beziehung näher berücksichtigt werden.

Die Neigung eines Erdreichs gegen Süden trägt im Allgemeinen am meisten dazu bei, daß sich Temperatur und Trockenheit eines Erdreichs mehr erhöhen, als dieses bei einer ebenen Lage unter übrigens gleichen Bodenverhältnissen der Fall sein würde; Gewächse, welche zu ihrer vollkommenern Ausbildung eine höhere Temperatur verlangen, werden sich dadurch leichter auf einem solchen geneigten Erdreich, als in der Ebene anpflanzen lassen. Eine Neigung gegen Osten oder Westen trägt gleichfalls noch sehr zur Temperaturerhöhung bei, ob dieses gleich nicht in dem Grade, wie bei einer Neigung gegen Süden, der Fall ist.

Neigung gegen die verschiedenen Himmelsgegenden.

Besitzt eine gegen Süden geneigte Lage zugleich kesselförmige Vertiefungen, welche von bergigten Anhöhen umschlossen sind, durch welche Winde abgehalten werden, während sich die durch das Sonnenlicht erweckte strahlende Wärme unter solchen Verhältnissen mehr concentriren kann, so trägt dieses oft ausgezeichnet zur Temperaturerhöhung bei; einzelne Lagen solcher Gegenden eignen sich dadurch oft so vorzüglich zum Weinbau.

Eine Neigung gegen Norden hat den entgegengesetzten Einfluß, die Wärmeerweckung durch das Sonnenlicht ist in einer solchen Lage geringer, die Feuchtigkeit erhält sich länger, die Früchte reifen später; solche Gegenden eignen sich verhältnißmäßig besser zu Wiesen, Wäldern und zum Anbau von Pflanzen überhaupt, deren Gedeihen eine geringere Sommertemperatur verlangt und welche auch in unserm Clima leichter durch Wärme und Trockenheit der Sommermonate leiden.

Die Stärke der Neigung der Abhänge ist im Allgemeinen viel geringer, als wir sie nach dem Augenmaß anzunehmen geneigt sind; Beobachtungen zeigen in näherer Beziehung auf die Vegetation Folgendes:

Größe der Neigung.

Völlig ebenes Erdreich hat oft den Nachtheil, daß das bei Regen sich ansammelnde Wasser durch den geringen Fall zu wenig Ablauf hat, wodurch leicht zu große Nässe eintritt; eine solche ebene Lage kann selbst zur Entstehung von Torfmooren Veranlassung geben.

Bei ½, 1 bis 2 Grad Neigung, eignet sich das Erdreich gewöhnlich sehr gut zum Ackerbau und zu den verschiedensten Culturarten.

Eine Neigung von 3 bis 4 Graden ist schon sehr bemerkbar, jedoch der Cultur gewöhnlich noch nicht nachtheilig.

Eine Neigung von 5 Graden ist für Chausseen und größere Landstraßen schon zu steil, sie dürfen in Frankreich gesetzmäßig nicht 4° 46′ übersteigen.

Bei 6 bis 10 Graden ist das Erdreich schon bedeutend geneigt; zu Ackerfeld benutztes Erdreich übersteigt nur selten einen Neigungswinkel von 10 Graden. Gegen Süden geneigte Felder leiden bei dieser Neigung leicht durch zu große Trockenheit; sie eignen sich dagegen gut zum Obst- und Weinbau, bei nördlicher Lage zu Wiesen.

Bei 11 bis 15 Graden scheint uns das Erdreich schon sehr abschüssig; selbst sehr steile Landstraßen übersteigen selten einen Winkel

von 15 Graden; zum Ackerbau wird solches Erdreich seltner mehr angewandt, wohl aber zu Weiden und Wiesen und an südlichen Abhängen zum Weinbau, die Alpenwiesen der Schweiz und des Schwarzwaldes übersteigen selten einen Winkel von 15 Graden. Bei 16 bis 20 Graden läßt sich das Erdreich noch zu Wiesen und Weiden benutzen.

Bei 21 bis 30 Graden, sind die Bergabhänge schon ziemlich steil und gewöhnlich mit Wäldern bekleidet; die steilsten Abhänge, an welchen man noch Wiesen findet, übersteigen nicht 30 Grade. Nach Haußmann ist die gewöhnliche Neigung der Bergabhänge am Oberharz 25°, im südlichen Deutschland, am Schwarzwald, der Alp- und den Bergketten des Neckarthals wechseln die Abhänge häufig zwischen 25° bis 30°; viele Weinberge der Neckargegenden liegen unter diesem Neigungswinkel.

Bei 30 — 35 Graden Neigung eignen sich die Gegenden bloß noch zu Wald, oder an südlichen Abhängen zu Obst, durch Hülfe von Mauern und Terrassen auch sehr gut zum Weinbau.

Bei 36 bis 40 Graden sind die Abhänge schon so steil, daß sie bei gleichförmig beraster Oberfläche ohne treppenförmige Absätze kaum erstiegen werden können; nur an Abhängen gegen Norden erhalten sich die Felsen bei dieser Neigung noch berast. Im südlichen Deutschland werden diese steilern Abhänge noch mit Vortheil zum Weinbau benutzt; die besten Weinberge in den Rhein- und Neckargegenden besitzen einen Neigungswinkel von 25 bis 40°; die Weinberge zu Weinheim an der Bergstraße liegen unter einem Neigungswinkel von 36, die von Rüdesheim unter einem Winkel von 40 Graden *).

Bei 40 bis 50 Grad Neigung sind die Gebirgsschichten gewöhnlich von Erde und Pflanzen völlig entblößt, und nur noch mit Schutt und lockerem Gerölle bedeckt; auch sie werden übrigens durch Hülfe von Mauern noch hier und da zum Weinbau benutzt, wie am Schalkstein bei Besigheim im Neckarthal, wo einer der vorzüglichsten Neckarweine wächst.

Findet man steile Abhänge mit Baum- und Straucharten und kleinern grasartigen Pflanzen bekleidet, so hüte man sich, solche Abhänge durch Ausroden der Wälder zum Ackerbau anwendbar machen zu wollen; leicht kann völlige Unfruchtbarkeit die Folge davon sein, indem die Wurzeln der Baum- und Straucharten zur Befestigung der lockern, auf steilen Abhängen liegenden Erdschichten das meiste beitragen; sind diese einmal davon entblößt, so ist es oft mit großen Schwierigkeiten verbunden, diese aufs Neue mit Vegetabilien zu bekleiden.

Eintheilung der Bestandtheile des Bodens.

§. 6. Die Bestandtheile des Bodens lassen sich in unveränderliche oder beständige und veränderliche eintheilen; man rechnet zu den erstern die Kieselerde, Thonerde, Kalk- und Bittererde, das Ei-

*) Siehe Mezger über den rheinischen Weinbau. Heidelberg, 1827. S. 170.

sen = und Manganoxyd, welche gewöhnlich die am wenigsten sich verändernden und am schwersten auflöslichen Bestandtheile des Bodens bilden; zu den letztern zählt man die Humustheile, Salze und leichter auflöslichen Bestandtheile des Bodens überhaupt; streng genommen sind auch die erstern Bestandtheile des Bodens nicht unveränderlich, sie sind dieses nur in weit geringerem Grad, als die letztern; sie sind bei weitem am häufigsten die vorherrschenden Bestandtheile des Bodens; wir werden sie daher hier zuerst betrachten; die letztern sind weit weniger constant im Boden vorkommend, einzelne derselben fehlen häufig auch ganz.

Erste Abtheilung.

Von den unveränderlichen Bestandtheilen des Bodens.

§. 7. Die sogenannten unveränderlichen Bestandtheile, besser, die Grunderden des Bodens, machen vorzüglich die Basis und das Medium aus, in welchem sich die nährenden Theile für die Pflanzen ansammeln, und wodurch die Wurzeln der Pflanzen festgehalten werden; sie bestehen größtentheils aus unauflöslichen oder wenigstens nur in Wasser schwer auflöslichen, pulverförmigen Körpern, welche zur wahren Nahrung der in ihnen wachsenden Pflanzen verhältnißmäßig weit weniger beitragen, als dieses bei den veränderlichen Bestandtheilen der Fall ist; sie wirken auf das Wachsthum der Pflanzen gewöhnlich weit mehr durch ihre physischen, als chemischen Eigenschaften.

Auf mechanischem Wege durch Sieben und Schlämmen, lassen sie sich in 3 Haupttheile zerlegen, deren verhältnißmäßige Menge für die Vegetation von großer Wichtigkeit ist, und welche daher hier zunächst näher erwähnt werden müssen; man erhält auf diese Art 1) Gerölle und Geschiebe, 2) Sand und 3) feine abschlämmbare Theile.

I. Vom Gerölle und Geschiebe.

§. 8. Das dem Erdreich beigemengte Gerölle und Geschiebe kann aus den verschiedensten Fossilien bestehen; gewöhnlich besteht es aus den Trümmern der unterliegenden oder benachbarten Gebirgsarten; es kann daher diesen entsprechend höchst mannigfaltig zusammengesetzt sein; gewöhnlich bleiben jedoch nur die härtern Gebirgsarten, welche der Verwitterung länger widerstehen, als Gerölle im Boden zurück, Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Quarz, Feuerstein, Hornstein, Basalt, verschiedene Schiefer und Sandsteinarten, verschiedene Steinmergel und Kalkarten, seltner Gyps, Kalktuff u. a.

Eigenschaften und Anwendungen der Gerölle.

§. 9. Das Gerölle kann im Allgemeinen nicht als schädlich für die Vegetation angesehen werden, bei leichtem Boden von sehr

geringer Consistenz trägt es zur Fruchtbarkeit des Erdreichs bei, indem sich die Feuchtigkeit leichter unter den Steinen erhält; durch das Sonnenlicht erwärmen sich die Gerölle verhältnißmäßig schneller und stärker, und behalten diese Wärme auch nach Sonnenuntergang länger, als das umgebende lockere Erdreich, wodurch sie sich vorzüglich in rauhern Gebirgsgegenden oft wohlthätig für die Vegetation zeigen; in vielen Gegenden der schwäbischen Alp und der Schweiz gehören die mit vielen Geröllen bedeckten Felder zu den fruchtbarern, welche noch bis auf Höhen von 2500 bis 3000 Schuhen mit Vortheil zum Getreidebau benutzt werden.

Zum Straßenbau geben die Gerölle oft ein schätzbares Material ab; auch zu Pflastersteinen werden sie nicht selten in Gegenden benutzt, wo anstehende, dichte Gebirgsarten fehlen; sind den Geröllen Kalksteine beigemengt, so werden diese oft mit Vortheil ausgesucht und zum Kalkbrennen benutzt.

II. Vom Sand und dessen Verschiedenheiten.

§. 10. Der Sand besteht gewöhnlich aus den feinern Trümmern der Gebirgsarten, er kann daher wie diese sehr verschiedene Gemengtheile enthalten: am gewöhnlichsten Quarzsand, er ist der unverwitterbarste Bestandtheil der Gebirgsarten und es giebt deren wenige, welche nicht Quarzkörner enthielten, außerdem, je nach der Beschaffenheit der Felsart, Kalk- und Feldspathkörner, Glimmerblättchen, Bruchstückchen von Steinmergel- und verhärteten Thonarten, letztere gewöhnlich in Verbindung mit etwas Eisen- und Braunsteinoxyd; nicht selten sind zugleich verkohlte unauflösliche Ueberreste von Pflanzen beigemengt.

Diese gemischten Sandarten finden sich gewöhnlich in Gegenden, welche sehr verschiedene Gebirgsarten zur Unterlage haben, wie dieses in vielen Gegenden des mittlern und südlichen Deutschlands der Fall ist.

Allgemeinere Eigenschaften des Sandes.

§. 11. Der Sand wirkt auf die Vegetation vorzüglich durch seine physischen Eigenschaften, die verschiedene Feinheit seines Korns hat daher auf seine Eigenschaften selbst größern Einfluß, als seine verschiedenen Bestandtheile; je feiner und kleiner seine Körner sind, desto mehr Feuchtigkeit ist er im Stande, in seine Zwischenräume aufzunehmen und durch Adhäsion zurückzubehalten, und je weniger theilt er daher dem Boden die Eigenschaften eines trockenen, lockern, leicht an Feuchtigkeit Mangel leidenden Erdreichs mit. Die grobkörnigern Sandarten nehmen in ihre Zwischenräume nur 20 bis 22 Procent Wasser auf, während die feinsten 30—40 und einzelne Abänderungen selbst 60 Procent Wasser in ihre Zwischenräume aufnehmen können. Beim Austrocknen vermindern die Sandarten ihr Volumen nicht, sie ziehen sich in keinen kleinern Raum zusammen, sie verlieren gewöhnlich allen Zusammenhang, sobald sie völlig aus-

getrocknet sind; sie unterscheiden sich dadurch sehr von den thon- und humushaltigen Erdarten.

Verschiedenheiten des Sandes, je nach der Feinheit des Korns.

Je nach der Feinheit des Korns lassen sich folgende Abstufungen unterscheiden.

1) Perlsand, Grand oder Kies.

§. 12. Man versteht unter Grand oder Kies, Perlsand, den grobkörnigsten Sand, der schon für das Auge deutlich aus Bruchstücken von Gebirgsarten besteht, welche ungefähr die Größe von Erbsen und Linsen besitzen; seine Körner fallen durch Siebe, welche 8 bis 16, im Mittel 12 Löcher auf den Zoll, und daher ungefähr den Durchmesser einer Linie haben; er findet sich häufig zwischen Gerölle an den Ufern der Flüsse.

2) Grober Sand.

§. 13. Seine Körner sind etwa halb so groß, als die des Grands; sie fallen durch Siebe, welche 16 bis 32, im Mittel 24 Löcher auf den Zoll besitzen; sie haben ungefähr einen Durchmesser einer halben Linie; er findet sich nicht selten in Begleitung mit dem vorigen; als Gemengtheil der Obererden ist er in Gebirgsgegenden nicht selten vorkommend.

3) Feiner Sand, Mahl- oder Quellsand.

§. 14. Man versteht darunter im Allgemeinen Sandarten, deren Körner weniger als ¼ Linie im Durchmesser haben, ohne jedoch die Feinheit des Flugsandes zu erreichen; er bildet am häufigsten den Sand der Obererden; an den Ufern der Bäche und Flüsse setzt er sich häufig ab; er dient uns als Streusand und zu verschiedenen technischen Zwecken.

4) Flugsand.

§. 15. Der Flugsand bildet die feinsten Abänderungen von Sand; seine Körner haben oft kaum einen Durchmesser von $\frac{1}{12}$ Linie; sie gehen ins unbestimmt pulverförmig Feine über, wodurch sie im trockenen Zustand leicht durch Winde gehoben und weiter geführt werden; er enthält, außer Quarz, oft Kalk- und Thontheile beigemengt, wovon letztere zugleich zu seiner Leichtigkeit beitragen. Er findet sich vorzüglich in Sandgegenden; in Verbindung mit Thon innig gemengt, findet er sich auch nicht selten in den Ackererden.

Verschiedenheiten des Sandes in chemischer Beziehung.

Je nach den verschiedenen Bestandtheilen des Sandes verdienen in chemischer Beziehung vorzüglich folgende Sandarten unterschieden zu werden.

1) Quarzsand.

§. 16. Der Quarzsand bildet gewöhnlich den vorherrschenden Bestandtheil des Sandes der Ackererden; seine Farbe ist am häufigsten weiß oder weißlich grau; oft besteht er aus durchscheinenden farblosen Körnern. Durch die Härte seiner Körner und den zuweilen reinen Gehalt an Kieselerde eignet er sich in technischer Beziehung zu manchen Zwecken (zum Schleifen, zur Bildung von Formen, welche große Hitze ertragen müssen, zur Glasfabrikation), wozu sich die meisten übrigen Sandarten nicht anwenden lassen. Er wird nicht von den gewöhnlichen Mineralsäuren, von der Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, eben so wenig von den Pflanzensäuren angegriffen, wohl aber von der Flußspathsäure. Er findet sich übrigens in allen Abänderungen vom feinsten bis zum gröbsten Korn.

2) Kalksand.

§. 17. Der Kalksand hat im äußern Ansehen oft mit Quarzsand viele Aehnlichkeit, vorzüglich, wenn er sich aus Bruchstücken weißer Kalksteine und Kalkspatharten bildete. Häufiger hat er jedoch auch andere, den verschiedenen Kalksteinarten entsprechende, oft dunklere Farben. Vom Quarzsand läßt er sich leicht durch sein starkes Aufbrausen mit Säuren und seine völlige Auflöslichkeit in der Salz- und Salpetersäure unterscheiden. Je nach der verschiedenen Feinheit seines Korns besitzt er oft eine dem Quarzsand gleiche wasserhaltende Kraft, mit welchem er auch in seinen übrigen physischen Eigenschaften am meisten übereinstimmt.

Als Bestandtheil des Bodens hat er durch sein chemisches Verhalten zu den Säuren, zum Humus und zu den Pflanzen überhaupt, von deren Wurzeln er im aufgelösten Zustand glaublich absorbirt wird, Vorzüge vor dem Quarzsand, indem ihn schon kohlensäurehaltige Wasser und Humussäure in geringer Menge aufzulösen im Stande sind. Er wirkt daher den Mergeln ähnlich, jedoch langsamer als diese auf die Vegetation.

Der aus kalkhaltigen Bodenarten abgeschlämmte Sand besteht häufig aus einem Gemeng von Quarz- und Kalksand.

3) Mergelsand.

§. 18. In Gegenden, welche viele Steinmergel- und schiefrige Mergelarten im Untergrund und auf benachbarten Anhöhen haben, wie dieses in den Gegenden der Keuper- und Liasformation nicht selten der Fall ist, besteht der Sand oft vorherrschend aus Bruchstücken fester Mergelarten; gewöhnlich sind diese Sandarten dunkler gefärbt, in verschiedenen Abänderungen vom Bläulichen, Blaugrünen, Violetten, Braunrothen bis ins Schwarze übergehend, je nachdem sie Eisenoxyd in verschiedenen Oxydationsstufen oder selbst verkohlte Ueberreste von Pflanzen beigemengt enthalten; im trockenen Zustand verbreiten sie beim Anhauchen gewöhnlich starken Thongeruch, mit Säuren brausen sie nur schwach und werden von ihnen nur theilweise langsam aufgelöst, wobei ihre thon- und kieselhaltigen

Theile unaufgelöst zurückbleiben. — Durch mehrjähriges Liegen an der Luft verwittern diese Sandarten nach und nach in kalk- und zugleich oft talkhaltige Thonböden. — Der Sand vieler vorzüglich zum Weinbau benutzten Bodenarten am Abhange der Bergketten des Neckarthals besteht aus solchem Mergelsand.

Im frischen, noch weniger verwitterten Zustand besitzen diese Sandarten mehr die Eigenschaften eines trockenen, hitzigen Erdreichs von geringer wasserhaltenden Kraft; so wie sie aber durch Verwitterung in einen feiner pulverförmigen Zustand übergehen, so vermindern sich diese Eigenschaften, ihre wasserhaltende Kraft wird größer, ihre wärmehaltende dagegen geringer.

4) Glimmersand.

§. 19. Glimmersand besteht aus vielen kleinen glänzenden Glimmerblättchen, einer vorherrschend aus Kieselerde, Thonerde und Kali mit etwas Eisen und Braunsteinoxyd bestehenden Gebirgsart von silberweißer bis ins Goldgelbe übergehender, seltner von schwarzer Farbe; er fühlt sich sanft und locker an. Er zeichnet sich vor den übrigen Sandarten vortheilhaft durch eine größere wasserhaltende Kraft aus, indem er in seinem reinen Zustand bis 60 Procent Wasser in seine Zwischenräume aufnimmt, demungeachtet aber beim Austrocknen ein völlig lockeres Erdreich bildet.

Er verdankt seine Entstehung gewöhnlich der Verwitterung von Granit, Gneiß, Glimmerschiefer und einzelnen glimmerhaltigen Sandsteinen; hat er sich aus verwittertem Granit gebildet, in welchem Fall er gewöhnlich auch viel Quarz- und Feldspathkörner beigemengt enthält, so wird er oft ausschließend Granitsand genannt. Er findet sich am häufigsten in Gegenden, welche sogenannte Urgebirgsarten zum Untergrund haben; im Sand der Ackererden findet er sich gewöhnlich nur in geringer Menge, außer, wo der Boden aus Glimmerschiefer oder glimmerreichem Gneiß entstanden ist.

III. Von den feinern abschlämmbaren Theilen des Bodens.

§. 20. Die feinern erdigen Theile des Bodens, welche sich schon mechanisch durch Abschlämmen vom Sand trennen lassen, sind gewöhlich weit mannigfaltiger zusammengesetzt; sie bestehen vorherrschend aus Thon, einer innigen Verbindung von Kiesel- und Thonerde mit etwas Eisenoxyd; zugleich sind häufig verschiedene, meist weniger enggebundene Erden, Kalk, Bittererde, etwas Braunsteinoxyd und die verschiedenen im Boden etwa vorhandenen Humustheile, Salze und veränderliche Bestandtheile überhaupt beigemengt. Wird ein Boden mit Wasser umgerührt, geschüttelt und geschlämmt, so setzen sich in der Ruhe die im Wasser unauflöslichen, in ihm suspendirten Theile gewöhnlich bald ab, sie bilden vorherrschend die unveränderlichen Bestandtheile des Bodens, während die veränderlichen in dem darüberstehenden Wasser verhältnißmäßig in größerer Menge aufgelöst bleiben.

Wir werden hier zunächst die Stoffe, welche die unveränderlichen Bestandtheile des Bodens vorherrschend bilden, einzeln näher betrachten und zugleich bei jedem derselben die Verhältnisse bemerken, unter welchen sie auch im Boden in auflöslichen Zustand übergehen können; auf welche wir in der folgenden Abtheilung die Betrachtung der veränderlichen Bestandtheile des Bodens folgen lassen werden.

1) Die Kieselerde.

§. 21. Sie bildet den Hauptbestandtheil der meisten Bodenarten; sie findet sich in den feinern abschlämmbaren Theilen gewöhnlich dem größern Theil nach an Thonerde gebunden im Thon als Silicat, von welchem sogleich bei der Thonerde näher die Rede sein soll; nur in sehr geringer Menge findet sie sich zuweilen auch im Boden in einem in Wasser löslichen Zustand. Um zu finden, ob sie in dieser auflöslichen Form in einem Boden vorhanden ist, ist es nöthig, eine bestimmte Menge der Erde mit einer größern Menge Wasser zu kochen, das Abgekochte zu filtriren und abzudünsten und den Rückstand zu glühen, um alle organischen Ueberreste zu zerstören, worauf das Uebrigbleibende auf Kieselerde untersucht werden kann. In den meisten Brunnen- und Mineralwassern finden wir die Kieselerde gleichfalls in fein aufgelöstem Zustand, sobald wir eine größere Menge solcher Wasser abdampfen; nach Karstens neuern Untersuchungen *) scheint sie in den Quellen vorzüglich durch die Kohlensäure des Wassers aufgelöst enthalten zu sein; auch in den Ackererden kann daher hie und da Kohlensäure zu deren Auflösung beitragen, obgleich diese nicht immer gegenwärtig zu sein nöthig hat, indem diese Erde auch in einer größern Menge reinen Wassers etwas Auflöslichkeit behält, sobald sie sich zuvor in chemischer Auflösung befand. — Die Kieselerde findet sich auch zuweilen im Boden in enger Verbindung mit Kalk- und Bittererde, in welcher Verbindung sie auch in einigen Gebirgsarten vorkommt; diese beiden Verbindungen sind aber im Wasser unauflöslich.

Mit kaustischem Kali und Natron geht die Kieselerde bekanntlich auflösliche Verbindungen ein, welche jedoch im Boden nur selten vorkommen dürften, weil sich diese Alkalien gewöhnlich schon an andere Stoffe gebunden im Boden finden.

Verhältniß der Kieselerde zum Wasser in ihren verschiedenen Formen.

§. 22. Die Kieselerde bildet in ihrem frisch gefällten, chemisch reinen Zustand in Verbindung mit Wasser eine schlüpfrige, kleisterartige Masse, welche dem Gewicht nach nahe hin das 12fache der Kieselerde an Wasser enthält; 100 Theile frisch gefällte Kieselerde halten 1191 Theile Wasser zurück.

Wird das Wasser durch Austrocknen verflüchtigt, wobei sie sich in einen vielmal engern Raum zusammenzieht, so verliert sie bedeutend von ihrer wasserhaltenden Kraft; 100 Theile der getrockneten Erde nehmen nun nur noch 348 Theile Wasser in ihre Zwischen-

*) Poggendorfs Annalen der Physik Jahrg. 1826. Th. VI. S. 360.

räume auf, wenn die Erde auch im feinpulverisirten Zustand mit Wasser benetzt wird; mit Zunahme der Größe des Korns vermindert sich diese wasserhaltende Kraft immer mehr, so daß sie zuletzt in Form von gewöhnlichem Sand in 100 Theilen nur noch 20—25 Theile Wasser aufzunehmen im Stande ist.

Wirkung der Kieselerde auf die Vegetation.

§. 23. Wir finden in den Bestandtheilen vieler Pflanzen etwas Kieselerde, namentlich ist dieses in den Halmen mehrerer Gräser und Schilfarten der Fall, verhältnißmäßig weniger in der Asche der Holzarten. Saussure und Berthier fanden bei der Untersuchung der Asche sehr vieler Pflanzen stets etwas Kieselerde, jedoch in sehr verschiedenem Verhältniß; ihre Menge zeigte sich selbst in derselben Pflanze, je nach ihrer verschiedenen Entwickelung und ihren verschiedenen Organen verschieden. Saussure fand in 100 Theilen der Asche des Gerstenstrohs 57 Theile, des Weizenstrohs 61,5 Theile Kieselerde, während die Asche der reifen Körner der letztern Pflanze nur 0,5 Proc. dieser Erde enthielt; in der Asche der Eichenblätter fand er im Mai 3 Proc. Kieselerde, im September 14,5 Proc.; im Holz der Eiche fand er dagegen nur 2 Procent, im Splint derselben Eiche dagegen 7,5 Proc.; entsprechende Verschiedenheiten zeigten sich in vielen andern Pflanzen. Es wird dadurch wahrscheinlich, daß die Gegenwart der Kieselerde für die vollkommene Ausbildung vieler Pflanzen nicht gleichgültig ist, und daß sie wirklich häufiger in ihren auflöslichen Formen von den Wurzeln der Pflanzen absorbirt wird, als dieses gewöhnlich angenommen wird.

In ihrem im Wasser unauflöslichen Zustand, wie sie sich im Boden sehr häufig findet, trägt sie vieles dazu bei, den Pflanzen einen passenden Standort zu geben, wobei sie vorzüglich durch ihre physischen Eigenschaften wohlthätig auf den Boden wirkt, indem sie dem Erdreich die für die Vegetation nöthige Lockerheit giebt.

Es ergiebt sich aus dem Angeführten genügend, wie nöthig es ist, bei Bodenanalysen die verschiedenen Formen der Kieselerde zu unterscheiden, in welchen sie in einem Erdreich vorkommt, indem sie in Form von Sand sowohl in chemischer, als physischer Beziehung dem Boden ganz andere Eigenschaften mittheilt, als wenn sie in ihrem fein zertheilten Zustand frei oder in Verbindung mit Thonerde in einem Erdreich vorkommt. Aeltere Bodenanalysen selbst berühmter Chemiker, in welchen blos die Menge der in einem Erdreich sich findenden Kieselerde im Allgemeinen angegeben ist, ohne Angabe der verschiedenen Formen, haben aus diesem Grund in landwirthschaftlicher Beziehung oft sehr wenig Werth.

2) Die Thonerde.

§. 24. Die Thonerde findet sich in den Bodenarten gewöhnlich in Verbindung mit Kieselerde im Thon; im reinen Zustand in bloßer Verbindung mit Wasser als Alaunhydrat wurde sie bis jetzt, jedoch nur sehr selten, gefunden; in einigen Gebirgsarten findet sie sich auch in Verbindung mit Kalk und Bittererde, deren Trümmer

auch zuweilen im Boden vorkommen; in diesen Verbindungen ist sie aber im Wasser unauflöslich und daher auf die Pflanzen wohl nur von geringer Wirkung. Sie bildet mit den Mineralsäuren, mit Schwefelsäure, Salz- und Salpetersäure in Wasser leicht auflösliche Salze; da jedoch diese Säuren nur sehr selten im Boden vorkommen, so kann sie auch durch sie nur sehr selten im Boden Auflöslichkeit erlangen; mit Humussäure bildet sie ein in Wasser etwas auflösliches Salz, welches aber leicht in basischen Zustand übergeht und dann in Wasser unauflöslich ist; auch mit Phosphorsäure bildet sie ein in Wasser nur sehr schwer auflösliches Salz, welches jedoch im Boden durch Humussäure zersetzt zu werden scheint.

Physische Eigenschaften der Thonerde in ihren verschiedenen Formen.

§. 25. In ihrem frisch gefällten reinen Zustand verhält sie sich gegen Wasser der reinen frisch gefällten Kieselerde sehr ähnlich; 100 Theile enthalten im frisch gefällten Zustand 1194 Theile Wasser, also nur wenig mehr, als die Kieselerde; wird sie in mäßiger, die Siedhitze nicht übersteigender Temperatur getrocknet, so verliert sie mehr als die Hälfte dieser großen wasserhaltenden Kraft; in ihrem getrockneten, fein pulverisirten Zustand hält sie nur noch 543 Theile Wasser fest; wird sie geglüht, so vermindert sich diese wasserhaltende Kraft noch in bedeutend höherm Grad, sie nimmt nun nur noch 197 Theile ihres Gewichts in ihre Zwischenräume auf, während sie dadurch in Säuren zugleich schwerer auflöslich wird; sie scheint durchs Glühen in einen höher oxydirten Zustand überzugehen, in welchen sie sich nach Hollunders neuren Untersuchungen *) auch durch Behandlung mit Salpetersäure versetzen läßt.

Wirkungen der Thonerde auf die Vegetation.

§. 26. Die Thonerde scheint in die Mischung der Säfte der Pflanzen weit seltner überzugehen, als die Kieselerde; Berthier konnte in den Aschen von 28 untersuchten Holzarten keine Thonerde finden **), ob diese Erde gleich in den Bodenarten, auf welchen diese Holzarten aufgewachsen waren, oft in bedeutender Menge enthalten war; auch Saussure fand bei seinen Untersuchungen der Asche vieler Pflanzen die Thonerde am seltensten und namentlich seltner, als die Kieselerde, Kalk und Bittererde; es spricht dieses für die Richtigkeit des oben Angeführten, daß die Thonerde nur selten im aufgelösten Zustand im Boden vorkomme.

Dieser Schwerauflöslichkeit ungeachtet, bildet die Thonerde vorzüglich durch ihre physischen Eigenschaften einen der wesentlichern Gemengtheile des Bodens, der für die Vegetation von großer Wichtigkeit ist. Sie hat in ihrer Verbindung mit Kieselerde als Thon die Eigenschaft, dem Erdreich die gehörige Consistenz zu geben, die Feuchtigkeit der Luft schon hygroskopisch in höherm Grad, als andere Erden, an sich zu ziehen, im befeuchteten Zustand den Sauerstoff der Atmosphäre zu absorbiren und die Humustheile in größerer

*) Kastners Archiv der Naturkunde Jahrg. 1827. Th. XII. Seite 441.

**) Annales de Chimie. Juill. 1826. pag. 240.

Menge zu binden und in sich anzusammeln, als dieses die übrigen Bestandtheile des Bodens zu thun im Stande sind.

Es führt uns dieses zunächst zur nähern Betrachtung des Thons und dessen Verschiedenheiten.

Der Thon.

§. 27. Er besteht aus einer innigen Verbindung von Thonerde und Kieselerde mit mehr oder weniger Eisenoxyd und hier und da auch etwas Braunsteinoxyd. Die Verbindung dieser Stoffe ist gewöhnlich so innig, daß verdünnte Säuren sie nicht aufzuheben im Stande sind, wohl aber Schwefelsäure in der Siedhitze, wenn man sie längere Zeit darauf wirken läßt, wobei sich Thonerde und Metalloxyde auflösen, während die Kieselerde unaufgelöst zurückbleibt. — Gewöhnlich hat der Thon mechanisch mehrere Procent feinen abschlämmbaren Kieselsand und feine Kieselerde beigemengt, die sich durch wiederholtes Kochen mit Wasser und sorgfältiges Schlämmen vor der Zerlegung des Thons von ihm trennen lassen.

Physische Eigenschaften des Thons.

§. 28. Der reine Thon braust nicht mit Säuren, verbreitet beim Anhauchen im trockenen Zustand starken Thongeruch, hängt an der Zunge, saugt begierig Wasser, Oele und Fettigkeiten an; er läßt sich in Wasser leicht suspendiren, trübt dieses und setzt sich aus diesem in der Ruhe wieder völlig ab; er hält von diesem in seiner feinern Form 70 — 71 Procent zurück, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen; in dicht aufeinander liegendem, mäßig durchnäßtem Zustande dringt Wasser nur langsam durch seine Zwischenräume; er trocknet nur langsam wieder aus und zieht sich dabei in einen kleinern Raum zusammen, wobei er viele Risse und Sprünge erhält; er nimmt leicht Humus und Humussäure in bedeutender Menge auf, die sich in ihm theils chemisch, theils physisch durch Adhäsion zu binden scheinen, wodurch er lange Zeit fruchtbar bleibt, wenn er einmal mit Humustheilen und andern Erden, welche ihm die gehörige Lockerheit ertheilen, gehörig durchdrungen ist. Im nassen Zustand bildet er einen sehr zähen, schwer zu bearbeitenden Boden, welcher zu Ackerwerkzeugen große Adhäsion zeigt; ausgetrocknet wird er hart und ist von Ackerwerkzeugen und Pflanzenwurzeln kaum zu durchdringen; in dieser reinern Form ist er daher für die Vegetation nicht tauglich; durch Frost und völliges Durchfrieren im nassen Zustand wird seine Consistenz sehr verbessert, er wird dadurch lockerer, indem das in seinen Zwischenräumen enthaltene Wasser in der Kälte krystallisirt und die Thontheilchen auseinander treibt; er verliert jedoch diese Lockerheit leicht wieder, wenn er sogleich im noch nassen Zustand bearbeitet wird. Durch Glühhitze verändert er seine Eigenschaften für die Dauer, seine ganze Natur wird verändert, er erhält durch höhere Oxydation seines Eisenoxyds gewöhnlich höhere, oft rothe Farben, seine wasserhaltende Kraft vermindert sich bedeutend, in Wasser läßt er sich nun nur in geringer Menge suspendiren, er hat die große Adhäsion zu den Ackerwerkzeugen und die Eigenschaften eines zähen schweren Bodens überhaupt verloren, und bildet

mehr ein lockeres, trocknes, den Sandbodenarten ähnliches Erdreich; Thon- und Kieselerde sind durch die Glühhitze in einen halb verglasten, gebrannten Ziegeln ähnlichen Zustand übergegangen.

Verschiedene Thonarten.

§. 29. Der Thon ist nicht immer in demselben Verhältniß aus Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd zusammengesetzt; die Kieselerde bildet zwar immer den überwiegenden Bestandtheil, ihre Menge wechselt jedoch um mehrere Procente, wie folgende Analysen verschiedener Thonarten zeigen.

Thonarten	Kieselerde	Thonerde	Eisenoxyd	Chemiker
Pfeifenerde, weißer Pfeifenthon	63	37		Kirwan
Grauer Töpferthon . . .	60	40		Vauquelin
Weißer Töpferthon von Abondant	58,8	41,2		Berthier
Weißer Thon von Neuhausen im Jurakalk	56,3	38,6	4,9	Chr. Gmelin
Brauner Thon von Arcueil bei Paris	63,0	32,0	4,0	Gazeran
Grauer Töpferthon von Tillendorf	68,5	30,3	1,1	Klaproth
Dunkelgrauer Thon von Hofwyl	58,0	36,2	5,8	eigene Untersuchungen
Rother Thon der Keuperformation	62,3	27,8	7,9	
Mittel der 5 letzten Analysen	61,6	32,9	4,6	

Bei den 3 ersten Analysen wurde wahrscheinlich das Eisenoxyd nicht von der Thonerde getrennt; im Mittel genommen kann man daher annehmen, daß der Thon auf 62 Kieselerde mit 32 Thonerde und einigen Procenten Eisenoxyd zusammengesetzt sei.

Bei vorstehenden Analysen sind die Nebenbestandtheile des Thons schon in Abrechnung gebracht, welche in ihm als zufällige Gemengtheile oft enthalten sind; es gehören dahin außer Sand oft Kalk und Bittererde mit enger gebundenem Wasser; die Menge des Wassers kann in Thon, welcher blos an der Luft ausgetrocknet wurde, 6, 8, 10 bis 14 Proc. betragen, welche sich erst in der Glühhitze aus ihm verflüchtigen lassen.

Noch verdienen die verschiedenen Farben der Thonarten eine Erwähnung; sie werden am häufigsten durch verschieden oxydirtes Eisen, oft auch zum Theil durch verkohlte Pflanzenüberreste veranlaßt. Die grünliche und bläuliche Farbe rührt gewöhnlich von Eisenoxydulhydrat her, die braune von Eisenoxydul, die rothe von Eisenoxyd, die gelbe von Eisenoxydhydrat; die schwarze Farbe des Thons wird oft durch viel verkohlte Humustheile veranlaßt, zuweilen auch durch beige-

mengtes Braunsteinoxyd. Am wenigsten Beimengungen enthalten gewöhnlich die weißen Thonarten; auch sie können jedoch Eisenoxydulhydrat in mehreren Procenten enthalten, ohne daß dieses sogleich durch die Farbe bemerkbar wird.

Die Thonarten erhielten verschiedene Benennungen, je nachdem sie sich dem reinen fetten Thon mehr nähern, oder eine verschiedene Menge von feinem Sand beigemengt enthalten. Crome brachte zuerst für die verschiedenen Thonarten bestimmte Benennungen in Vorschlag *), welche wir hier beibehalten. Um Verwechslungen zu vermeiden, indem sie nicht in allen Gegenden Deutschlands dem Landmann unter denselben Benennungen bekannt sind, bezeichnen wir jede Art näher.

Klay, Kley oder fetter Thon.

§. 30. Der kleyartige Thon nähert sich dem reinen Thon am meisten; man versteht darunter einen Thon, aus welchem sich durch Sieden und Schlämmen noch 5 bis 15 im Mittel gegen 10 Procent Sand abscheiden lassen; viele Töpferthonarten gehören hierher, seine Farben sind so mannigfaltig, als die des reinen Thons; er bildet einen sehr schweren Boden, der gegen 60 Procent Wasser in seine Zwischenräume aufnehmen kann; um ihm die zum Ackerbau nöthige Lockerheit zu geben, sind wenigstens 20—30 Procent groben Sandes nöthig; steigt die Menge des gröbern Sandes über 30 bis gegen 50, so daß die Menge des Sandes ungefähr der des kleyartigen Thons gleich ist, so entsteht eine sehr gute Bodenmischung, die zum Ackerbau weder zu starken, noch zu geringen Zusammenhang hat. Steigt jedoch die Menge des gröbern Sandes bis 60 und 70 Procent, so nimmt der Boden die Eigenschaften des Sandbodens an. Ein Gehalt von einigen Procenten kohlensauren Kalks erhöht sehr den Werth des Klaybodens.

Lehm, Lehmboden.

§. 31. Der lehmartige Thon unterscheidet sich durch seine größere Menge Sand schon bedeutender vom reinen Thon; man versteht darunter einen Thon, aus welchem sich durch Sieden und Schlämmen noch 16—30 Procent, im Mittel gegen 24 Procent feinen Sandes abscheiden lassen; er hat weniger Zähigkeit und Schlüpfrigkeit und geringere Bindungsfähigkeit, als der Kley; er nimmt gegen 50 Procent Wasser auf; er schwindet beim Austrocknen weniger, als der Kley. Durch zweckmäßige Beimengung von Sand, Humus und Kalk läßt er sich leichter in einen fruchtbaren Boden umwandeln, als der fette Thon- und Kleyboden. Die in ihm schon enthaltenen gegen 24 Procent feinen Sandes sind in Beziehung ihres Einflusses auf Lockerheit des Bodens wenigstens 15 Procent von gröberem Sand gleichzusetzen.

Letten oder magerer Thon.

§. 32. Unter lettenartigem Thon versteht man in landwirthschaftlichen Schriften und verschiedenen Provinzen Deutschlands den magersten Thon, welcher über 30 bis 60, im Mittel gegen 45 Procent feinen Sand beigemengt enthält. Durch seinen großen Gehalt an Sand und Kieselerde hat er nur

*) Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie 5ter Band, Seite 376.

wenig Zähigkeit und Bindungsfähigkeit, nimmt nur gegen 40 Procent Wasser auf, und trocknet an der Luft ohne bedeutende Volumensverminderung; er besitzt schon so viel Lockerheit, daß keine Beimengung von Sand mehr nöthig ist, um ihn culturfähig zu machen; er kann öfter schon durch Mangel an Feuchtigkeit leiden.

a) In der Sprache der Bergleute und auch im gemeinen Sprachgebrauch versteht man oft umgekehrt unter Letten einen sehr fetten Thon, der sich dem reinsten Thon am meisten nähert.

3) Die Kalkerde.

§. 33. Die Kalkerde gehört zu den wichtigern Gemengtheilen des Bodens, indem sie nicht nur durch ihre physischen, sondern auch durch ihre chemischen Eigenschaften, durch Verbindungen, welche sie leichter, als die Kiesel- und Thonerde, mit den übrigen Bestandtheilen des Bodens eingeht, sehr mannigfaltig auf die Vegetation einwirkt; sie bildet mit verschiedenen Säuren, namentlich auch mit der Kohlensäure und Humussäure im Wasser auflösliche Salze, welche von den Wurzeln der Pflanzen zum Theil als Nahrungsmittel absorbirt werden, wodurch schon eine geringe Menge dieser Erde auf die Fruchtbarkeit eines Erdreichs von bedeutendem Einfluß sein kann. Mit Schwefelsäure bildet sie den Gyps, der beim Landbau so vielfache Anwendung findet, mit der Salz- und Salpetersäure im Wasser leicht auflösliche, auf die Vegetation gleichfalls sehr stark einwirkende Salze, von welchen näher bei den veränderlichen Bestandtheilen des Bodens die Rede sein wird.

Die kohlensaure Kalkerde.

§. 34. Von den verschiedenen Verbindungen der Kalkerde ist die kohlensaure Kalkerde bei weitem am häufigsten im Boden vorkommend; sie verdient daher als Gemengtheil der Ackererden hier zunächst eine nähere Betrachtung, während die übrigen mehr zu den veränderlichen Bestandtheilen des Bodens gehören.

Die Kalkerde geht mit der Kohlensäure in 2 verschiedenen Verhältnissen Verbindungen ein, in welchen sie nicht selten in der Natur vorkommt; als basisch kohlensaure Kalkerde findet sie sich im Kalkspath, in den gewöhnlichen Kalksteinen und in den Ackererden, als neutrale kohlensaure Kalkerde findet sie sich in unsern Brunnenquellen und vielen Mineralwassern aufgelöst, aus welchen sie als basisch kohlensaurer Kalk niederfällt, sobald sich ein Theil der Kohlensäure verflüchtigt hat; der basisch kohlensaure Kalk besteht aus 56,4 Kalkerde und 43,6 Kohlensäure.

Kohlensäurehaltige Wasser lösen den basisch kohlensauren Kalk auf; auf diese Art kann sich auch in den Ackererden durch Hülfe der Kohlensäure neutraler kohlensaurer Kalk bilden, der sich dann wieder in ihrem Untergrund als basisch kohlensaurer Kalk absetzt, wenn sich die Kohlensäure nach und nach verflüchtigt; es erklärt sich hieraus, wie im Untergrund kalkhaltiger Bodenarten zuweilen selbst Kalktuff entstehen kann, welcher von unten herauf zu wachsen scheint und von Zeit zu Zeit ausgebrochen werden muß, um die Vegeta-

tion nicht zu sehr zu beschränken, wie dieses in einigen Thälern der würtembergischen Alp wiederholt vorgenommen werden muß.

Die Gegenwart der kohlensauren Kalkerde läßt sich in den Akkererden leicht durch das Aufbrausen erkennen, welches die meisten Mineralsäuren mit solchen Erden zeigen; sie löst sich in Salpetersäure, Salzsäure und Essigsäure vollständig auf, bildet mit Schwefelsäure Gyps, und wird durch mildes Kali aus ihren Auflösungen in Säuren wieder als kohlensaurer Kalk, durch Kleesäure als ein in Wasser unauflösliches Pulver, als kleesaurer Kalk gefällt; in der Glühhitze geht sie durch Verflüchtigung der Kohlensäure in caustischen Zustand über, wo sie stark alkalische Eigenschaften annimmt.

Physische Eigenschaften der kohlensauren Kalkerde.

§. 35. Die kohlensaure Kalkerde hält in ihrem frisch gefällten feinen Zustand in 100 Theilen, 120 Theile Wasser in ihren Zwischenräumen zurück, wird sie jedoch ausgetrocknet und aufs neue mit Wasser befeuchtet, so hält sie nur 47 und in ihrer Form als Sand selbst nur 20 bis 25 Procent Wasser zurück. — In ihrer feinern Form bildet sie, mit Wasser benetzt, zwar einen schlüpfrigen Teig von ziemlichem Zusammenhang, beim Austrocknen verliert sie jedoch beinahe allen Zusammenhang, wobei sie ihr Volumen nur wenig verändert und ein feines, locker anzufühlendes Pulver bildet; sie trocknet schneller aus, als Thon, jedoch langsamer, als Sand; im ausgetrockneten Zustand absorbirt sie aus der Luft zwar etwas mehr Feuchtigkeit, als Quarz und Kieselerde, jedoch weit weniger, als thon- und humusreiche Erden.

Wirkung der Kalkerde auf die Vegetation.

§. 36. Die Kalkerde geht häufig in die Mischung der Säfte der Pflanzen ein; sie findet sich in den Aschen der Pflanzen nächst der Kieselerde am häufigsten, wobei einzelne Familien und Arten von Pflanzen und selbst dieselben Pflanzen, je nach ihren verschiedenen Entwicklungsperioden merkwürdige Verschiedenheiten zeigen. Die Asche mehrerer Laubholzarten ist sehr reich an kohlensaurer Kalkerde; auch die Asche mehrerer Hülsenfrüchte ist reich an dieser Erde, während dagegen die Halme mehrerer Getreidearten, welche so reich an Kieselerde, nur sehr wenig von dieser Erde enthalten; gewöhnlich enthalten Pflanzen derselben Art im jungen Zustand weniger, im ältern Zustand mehr Kalkerde; manche Wasserpflanzen, mehrere Myriophyllen, Charen und verschiedene Algen setzen während ihres Vegetationsprocesses im Innern oder auf ihrer Oberfläche Kalkerde selbst in krystallinischen Körnern ab, wenn auch die Wasser, in welchen sich diese Pflanzen entwickeln, nur sehr wenig kohlensaure Kalkerde enthalten, so daß sich diese auf andern unorganischen Körpern nicht absezt *). Es wird aus allem diesem höchst wahrscheinlich, daß die Kalkerde auf die vollkommene Ausbildung verschiedener Pflanzen wirklich als Nahrungsmittel günstig wirkt, während sie dagegen andern auch wieder nachtheilig zu

*) Nähere Beobachtungen hierüber am Hydrurus crystallophorus, einer in Würtemberg einheimischen Wasserpflanze, theilte ich in der bot. Zeitschrift Flora. Jahrgang 1828, S. 70 und 577 mit.

sein scheint; so beobachtet man hie und da, daß Chrysanthemum segetum, Erica vulgaris und verschiedene Carex-Arten seltner werden, wenn man thonreiche Bodenarten durch Kalk und Mergel verbessert.

Als Gemengtheil des Bodens verhindert der Kalk die Bildung von freien Säuren, die sich in nassen Thonböden bei Zersetzung organischer Stoffe oder anderer Oxydationserscheinungen leicht ansammeln können; schon im Boden etwa befindliche Säuren macht er für die Vegetation unschädlich, wenn sie anders nicht in zu großer Menge im Boden vorhanden sind; schwerauflösliche Humustheile werden durch ihn auflöslicher und zu einem wohlthätigen Nahrungsmittel für die Pflanzen umgewandelt; thonreiche schwere Bodenarten werden durch ihn lockerer, verlieren ihre zu große Zähigkeit und erhalten durch ihn die Eigenschaft, leichter auszutrocknen.

4) Die Bittererde oder Talkerde.

§. 37. Die Bittererde bildet zwar seltner einen Gemengtheil der Ackererde, als die Kalkerde, in geringer Menge ist sie jedoch nicht sehr selten vorkommend; sie findet sich vorzüglich häufiger in Gegenden, deren Bodenarten bittererdhaltige Gebirgsarten zur Unterlage haben. Es gehören dahin die Dolomitarten der verschiedenen Kalkformationen, die bittererdhaltigen Kalksteine und Mergelarten der Muschel- und Keuperformation, die Talk- und Chloritschiefer, Serpentine und manche Basaltarten. In den 3 erstern findet sich kohlensaure Bittererde in Verbindung mit kohlensaurer Kalkerde, in den 4 letztern findet sich die Bittererde zum Theil in enger Verbindung mit Kieselerde, als Kieseltalk zugleich mit mehr oder weniger Thon und Eisenoxyd.

Chemische Verhältnisse der Bittererde.

§. 38. In ihrem gebrannten Zustande als reine Bittererde ist sie im Wasser etwas auflöslich, ein Theil erfordert hierzu bei der gewöhnlichen Temperatur 5760 Theile Wasser, wobei sie diesem etwas alkalische Eigenschaften mittheilt. In ihrem basisch kohlensauren Zustande, wie sie gewöhnlich als Gemengtheil des Bodens vorkommt, ist sie im Wasser unauflöslich, im neutralen Zustande ist sie dagegen in weit größerer Menge im Wasser löslich, als die kohlensaure Kalkerde. In vielen Verhältnissen nähert sie sich sehr der Kalkerde; sie neutralisirt sich wie diese leicht mit den im Boden befindlichen Säuren, bildet mit den Mineralsäuren und namentlich auch mit der Humussäure in Wasser leicht auflösliche, etwas bitter schmeckende Salze; sie wird nicht durch kleesaures, wohl aber durch kaustisches Kali gefällt; in ihrer innigen Verbindung mit Kieselerde, als Talksilikat, ist sie in Wasser unauflöslich.

Physische Eigenschaften der Bittererde.

§. 39. Die kohlensaure Bittererde bildet in ihrem fein zertheilten reinen Zustande, wie sie aus ihren Auflösungen in Säuren gefällt wird, ein sanft anzufühlendes, lockeres Pulver, welches 256 Theile Wasser in seine Zwischenräume aufzunehmen im Stande ist;

sie würde in dieser reinern feinen Form ein zu lockeres, im nassen Zustande ein zu schwammiges Erdreich für die Vegetation bilden; in ihrer dichtern Form, wie sie sich gewöhnlich in Verbindung mit kohlensaurem Kalk oder Kieselerde im Boden findet, kommt sie in ihren physischen Eigenschaften oft sehr mit denen des Sands überein.

Wirkung der Bittererde auf die Vegetation.

§. 40. Ueber die Wirkung der Bittererde auf die Vegetation wurden sehr verschiedene Ansichten aufgestellt. In verschiedenen Gegenden angestellte Erfahrungen zeigen, daß die Bittererde in ihrer Verbindung mit Kohlensäure, ebenso in ihrer Verbindung mit Kieselerde auf die Vegetation durchaus nicht schädlich wirkt, daß sie sich vielmehr zuweilen in den fruchtbarsten Böden findet. — Einhof *) führt ein Beispiel von einem 20 Procent kohlensaure Bittererde enthaltenden Mergel an; Sprengel ein anderes **) von einem Mergel, welcher selbst 28 Procent dieser Erde enthielt; beide wurden mit gutem Erfolg wie andere Mergel benutzt; die schieferigen Mergel der Keuperformation Würtembergs, welche häufig zum Weinbau benutzt werden, und auch oft Getreidefeldern zur Unterlage dienen, enthalten fast immer kohlensaure Bittererde, deren Menge zuweilen bis 30 Procent steigt; Berthier ***) fand Bittererde in Verbindung mit Kieselerde in den fruchtbaren Ackererden der Umgebungen von Lille; Burger führt (Seite 32 seines Lehrbuchs der Landwirthschaft) Beispiele sehr fruchtbarer Böden an, welche sich in Kärnthen durch Verwitterung des Serpentins und Chlorits bilden; ebenso bemerkt Davy in seiner Agriculturchemie, daß die fruchtbarsten Gegenden von Cornwall milde Bittererde in ihren Böden enthalten. — Es scheint aus diesen Erfahrungen bestimmt hervorzugehen, daß diese Erde in ihrer Verbindung mit Kohlensäure oder an Kieselerde gebunden, völlig unschädlich auf die Vegetation ist; sie scheint vielmehr auf einzelne Pflanzen selbst als Nahrungsmittel wohlthätig zu wirken, wie dieses nach Sprengel, bei der Cultur des Flachses der Fall ist, in dessen Asche sich auch vorzüglich viele Bittererde findet. Die Asche vieler anderer Pflanzen enthält gleichfalls nicht selten etwas Bittererde; ihre Gegenwart scheint jedoch für die Vegetation mancher nicht gerade nothwendig zu sein, indem sie in der Asche derselben vollkommen ausgebildeten Pflanzen bald in größerer, bald in geringerer Menge vorhanden ist, oder auch selbst ganz fehlt, je nach den Bestandtheilen der Bodenarten, auf welchen die Pflanzen aufgewachsen sind, wie dieses namentlich Berthier in der Asche der Eichen nachgewiesen hat.

Wirkung der milden Bittererde.

Im gebrannten Zustand ist die Bittererde entschieden für die Vegetation schädlich; Tennant beobachtete diese Erscheinung zuerst in England bei einem Mergel, welcher 20—

Wirkung der gebrannten Bittererde.

*) Hermstädts Archiv der Agriculturchemie 2. Band Seite 315.

**) Erdmanns Journal für technische und ökon. Chemie 3. Band Seite 42.

***) Möglinische Annalen der Landwirthschaft. Jahrg. 1825. Bd. 15. S. 416.

21 Procent kohlensaure Kalkerde mit 29—31 Procent kohlensaurer Bittererde enthielt (siehe Seite 375 von Davy's Agriculturchemie der deutschen Ausgabe). Er suchte sich die Erscheinung aus der geringen Verwandtschaft der Bittererde zur Kohlensäure zu erklären, wodurch die Bittererde eine weit längere Zeit bedarf, um sich wieder mit Kohlensäure zu sättigen, als dieses bei gebranntem Kalk der Fall ist, wobei sie durch ihre Anwesenheit zugleich verhindert, daß sich der Kalk selbst weniger schnell mit Kohlensäure sättigt, als dieses in seinem reinen Zustand ohne die Bittererde der Fall sein würde. Versuche, welche ich hierüber anstellte, bestätigten gleichfalls die Schädlichkeit der gebrannten Bittererde; Getreidearten, Hülsenfrüchte und Gartenkresse, welche ich theils in gebrannte Bittererde säete, nachdem ich diese zuvor 24 Stunden lang mit Wasser benetzt, an der Luft hatte stehen lassen, theils in Erden säete, welchen ich gebrannte Bittererde blos beigemengt hatte, keimten entweder gar nicht, oder die schwach sich entwickelnden Keime wurden bald krank, und die jungen Pflanzen starben bald wieder ab, während andere gleichzeitig in reinen Quarzsand, in kohlensaure Bittererde, in Kieselkalk und in andere unauflösliche lockere Pulver gesäete Samen derselben Pflanzen sich bei der gleichen Behandlung unter denselben äußern Umständen gut entwickelten. — Die schädliche Wirkung der Bittererde schien mir bei diesen Versuchen vorzüglich in einer physischen Ursache zu liegen; ich bemerkte immer, daß die befeuchtete Bittererde gegen die sie berührenden Körper die Erscheinung eines hydraulischen Mörtels zeigte; die Erdtheilchen erhärteten selbst im durchnäßten Zustand (wie mir dieses schon eine andere Reihe von Versuchen mit dieser Erde früher gezeigt hatte), wodurch sich die Keime und jungen Pflanzen nicht mehr frei in dem Erdreich entwickeln konnten; schon bei einer geringen Beimengung gebrannter Bittererde zeigte sich diese Erscheinung. Die Auflöslichkeit der Bittererde, welche sie im gebrannten Zustand etwas erlangt, wobei sie schwach alkalisch reagirt, könnte gleichfalls zu dieser schädlichen Wirkung beitragen. — Sprengel suchte sich die Schädlichkeit der Bittererde auf die Vegetation durch die große Auflöslichkeit zu erklären, welche diese Erde in Verbindung mit Humussäure als humussaure Bittererde zeigt, wodurch den Pflanzen zu viele Nahrungsmittel zugeführt würden, wodurch sie, wie durch jede zu reichliche Nahrung leiden; es kann dieses unter gewissen Verhältnissen der Fall sein; in den von mir angestellten Versuchen konnte jedoch weder Humus, noch Humussäure mit ins Spiel kommen, die gebrannte Bittererde wirkte offenbar an sich schädlich auf die jungen Pflanzen; man würde bei dieser Erklärungsart nicht einsehen, warum kohlensaure Bittererde in fruchtbaren humushaltigen Böden nicht gleichfalls häufig schädlich wirken sollte, da sich in ihnen ebenfalls häufig humussaure Bittererde bilden muß. Eine von Davy (Seite 275 seiner Agriculturchemie) angeführte Erfahrung ist dieser Erklärungsart gleichfalls nicht günstig; er bemerkt, daß ein Boden, welcher viele organische Stoffe enthalte, mehr gebrannte Bittererde ertrage, als ein anderer, wo dieses nicht der Fall

ist; daß namentlich Torf ein schickliches und wirksames Gegenmittel ist, um Bodenarten, welche zuvor durch eine zu große Menge gebrannter bittererdhaltiger Kalksteine gelitten haben, wieder zu bessern und selbst in ein sehr fruchtbares Erdreich umzuwandeln.

5) Das Eisenoxyd und Eisenoxydul.

§. 41. Wir finden beinahe in jeder Ackererde etwas Eisenoxyde; auch in der Asche finden sie sich beinahe immer in geringer Menge; sie scheinen daher für die Vegetation nicht gleichgültig zu sein.

Sie finden sich im Boden in sehr verschiedenen Oxydationsstufen, als Eisenoxyd und Oxydul häufig zugleich mit chemisch gebundenem Wasser, als Oxydhydrat und Oxydulhydrat; nicht selten kommen auch die beiden Oxyde gemischt unter einander vor, als Oxydoxydul; gewöhnlich sind diese Oxyde an die übrigen Erden des Bodens gebunden; vorzüglich häufig finden sie sich an den Thon gebunden, oder auch in geringer Menge an die übrigen Bestandtheile des Bodens, seltner an Säuren, womit sie verschiedene Eisensalze bilden, von welchen bei den veränderlichen Bestandtheilen des Bodens die Rede sein soll.

Die Eisenoxyde sind die Hauptursache der verschiedenen Farben des Bodens; das vollkommene Eisenoxyd ist roth, das Eisenoxydhydrat gelb, das Oxydul braun und schwarzbraun, das Oxydulhydrat im reinen Zustand weiß, geht aber bald durchs Graue, Schmutziggrüne, Blaue bis ins Violette und Rothbraune über, je nachdem es nach und nach höhere Oxydationsstufen annimmt. Es erklärt sich hieraus, warum durch Eisenoxydul weißlichgrau, bläulich oder grünlich gefärbte Bodenarten, durch tiefere Bearbeitung des Bodens, wobei sie an die Luft zu liegen kommen, oder noch mehr durch Aussetzen in eine höhere Temperatur, ihre Farben erhöhen und unter Einfluß der Atmosphäre gewöhnlich ins Röthlichbraune, durch die Glühhitze selbst bis ins Hochrothe übergehen können, wie wir das Letztere so häufig beim Glühen verschiedener, selbst weißgrau gefärbter Thonarten bemerken.

Die umgekehrte Erscheinung, eine Reduction der Eisenoxyde und Uebergang derselben in Oxydulzustand kann erfolgen, wenn die Eisenoxyde von der Luft abgeschlossen mit Körpern in Berührung kommen, welche ihnen einen Theil ihres Sauerstoffs entziehen können. Sprengel *) beobachtete, daß sich eine beträchtliche Menge Eisenoxydul gebildet hatte, als er Humus und Eisenoxyd mit Wasser in verschlossenen Gefäßen ½ Jahr hatte stehen lassen.

Die Farbenveränderungen des Bodens durch höhere Oxydation seines Eisens erfolgen vorzüglich dann leichter, wenn die Eisenoxydule frei im Boden sich finden und nicht an den Thon oder andere Erden enger gebunden sind. Bemerken wir daher bei Bodenarten

---

*) Erdmanns Journal der öcon. Chemie Seite 52 des 3ten Bandes 1828.

solche Farbenveränderungen, so dürfen wir mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Eisenoxydule schließen; es ist dieses für die Vegetation nicht gleichgültig, indem sich letztere in den meisten Säuren weit leichter auflösen, als die Eisenoxyde, und daher leichter für die Vegetation schädliche Eisensalze bilden können.

Um die Eisenoxyde auf chemischem Weg zu entdecken, kann man sich des Mittels bedienen, die Eisenoxyde in Salzsäure aufzulösen, aus welcher Auflösung das vollkommene Eisenoxyd durch Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) mit dunkelblauer Färbung gefällt wird, durch schwefelblausaures Kali aber eine blutrothe Färbung erfolgt, während das Oxydul dagegen durch ersteres Reagens mit heller schmutzigblauer oder grünlichblauer Farbe gefällt wird, durch letzteres aber keine Farbenveränderung erleidet. — Kommen beide Oxyde gemischt mit einander vor, wie dieses nicht selten der Fall ist, so erhält man durch diese Prüfungen doch oft ein etwas annäherndes Resultat.

Wirkung der Eisenoxyde auf die Vegetation.

Wirkung des Eisenoxyds.

§. 42. Das vollkommene Eisenoxyd scheint sich gegen die Vegetation häufig als ein indifferenter Bestandtheil des Bodens, wie andere in Wasser unauflösliche Stoffe zu verhalten, wenn sich anders keine stärkere Säure im Boden frei findet, durch welche es aufgelöst werden kann, wie dieses wohl nur sehr selten der Fall ist. Pflanzen entwickelten sich mir in reichlich mit Eisenoxyd versetzten Bodenarten bei einigen, im Kleinen angestellten Versuchen gut, sobald das Erdreich die übrigen zur Vegetation günstigen physischen Eigenschaften hatte; auch im Großen finden sich nicht selten mit Eisenoxyd reichlich versehene Böden, vorzüglich in Gegenden, welche in der Keuper- und Liassandsteinformation liegen, deren das südliche Deutschland viele besitzt, welche zu den fruchtbarsten Feldern für Obst, Wein, Getreide und die mannigfaltigsten Früchte gehören. Man könnte dadurch geneigt sein, dem Eisenoxyd auch eine an sich vorzüglich wohlthätige Wirkung zuzuschreiben, welches jedoch wenigstens für viele Culturpflanzen nicht der Fall zu sein scheint; es finden sich nicht weniger fruchtbare Felder mitten im weißen Jurakalk, in Gegenden, deren Bodenarten nur sehr unbedeutende Spuren von Eisenoxyd enthalten; ob es gleich auch nicht zu bezweifeln ist, daß gewissen Pflanzen an Eisenoxyd reiche Böden vorzüglich günstig zu sein scheinen, wie dieses von der Cinchona ferruginea in Brasilien angeführt wird.

Wirkung des Eisenoxyduls.

Weniger gleichgültig für die Vegetation scheint das Eisenoxydul zu sein, indem es leichter für die Pflanzen schädliche Eisensalze bilden, und durch seinen unvollkommen oxydirten Zustand auch dem umgebenden Erdreich und den in ihm wurzelnden Pflanzen selbst leichter Sauerstoff entziehen kann. Mergelarten, welche viel Eisenoxydul enthalten, werden daher oft erst wohlthätig wirkend, wenn sie vor der Anwendung einige Zeit der Luft ausgesetzt werden. Chaptal führt in seiner Agriculturchemie einige Beobachtungen an, nach welchen Bodenarten durch Heraufpflügen von

schwarzen Eisenoxydul auf einige Jahre unfruchtbar blieben, später jedoch erhöhte Fruchtbarkeit zeigten, nachdem sich das Erdreich mit Sauerstoff gesättigt hatte; wobei in einem Fall eine Bodenart ihre zuvor dunkelbraune Farbe bis ins Tiefgelbe änderte. — Die wohlthätige Wirkung des Rasenbrennens bei Urbarmachung von Torfböden scheint gleichfalls, wenigstens zum Theil, auf derselben Ursache zu beruhen; das in solchen Böden nicht selten vorkommende Eisenoxydul wird durch diese Operation schneller in vollkommenes Oxyd verwandelt.

Die bekannte Erscheinung, daß die als Zierpflanze häufig cultivirte Hortensia speciosa statt ihrer gewöhnlich rothen Blüthen blaue entwickelt, wenn sie in Bodenarten gepflanzt wird, welche reich an Eisenoxydul und feinen Kohlentheilchen sind, oder auch blos letztere enthält, spricht vorzüglich dafür, daß solche unvollkommen oxydirte Körper selbst auf die in ihnen wachsenden Pflanzen desoxydirende Wirkungen äußern können; diese künstlich blau blühenden Hortensien werden wie gewöhnlich roth, wenn ihre Blumenblätter nur mit einer schwachen Säure leicht berührt werden, zum deutlichen Beweis, daß nicht etwa absorbirte Theile von Kohle oder Eisenoxyd an sich diese blaue Farbe veranlaßten, wie dieses auch wohl schon angenommen wurde *).

Man würde übrigens sehr irren, Bodenarten, welche Eisenoxydul enthalten, überhaupt für die Vegetation für schädlich zu halten; ich sah verschiedene Pflanzen in Bodenarten, welchen ich reines Eisenoxydul in mehreren Procenten zugesetzt hatte, sich gut entwickeln; ebenso sind im Großen nicht selten eisenoxydulhaltige Böden vorkommend, ohne daß von ihnen ein schädlicher Einfluß auf die Vegetation bekannt wäre; solche Böden scheinen aus den oben angeführten Gründen unter gewissen äußern Verhältnissen nur leichter, als andere, für die Vegetation schädliche Eigenschaften annehmen zu können.

6) Das Braunstein- oder Manganoxyd.

§. 43. In geringer Menge ist das Braunsteinoxyd häufig in der Natur verbreitet; viele Eisenerze und eisenoxydhaltige Fossilien überhaupt enthalten kleine Quantitäten desselben; auch in den Ackererden findet es sich daher nicht selten wenigstens in geringer Menge; wenn viele Bodenanalysen es nicht angeben, so liegt der Grund gewöhnlich wohl nur darin, daß die Untersuchung nicht auf diesen Stoff vorgenommen wurde. Auch in der Asche der meisten Pflanzen findet es sich in geringer Menge, gewöhnlich in Verbindung mit etwas Eisenoxyd; die Asche verschiedener Laubholzarten ist vorzüglich reich an Braunsteinoxyd. Berthier fand in der Asche der Rinde einer Eiche 7 Procent dieses Oxyds; nach Sprengel enthält auch die Asche einzelner Juncusarten vorzüglich viel Braunsteinoxyd; durch

*) Nähere Untersuchungen hierüber theilte ich in Schweiggers Journal der Chemie neue Reihe Th. III. S. 280 Jahrg. 1821 mit.

seine Beimengung erhält die aus manchen Pflanzenaschen bereitete Potasche oft bläuliche und grünliche Farben.

Wirkung des Braunsteinoxyds auf die Vegetation.

§. 44. Da dieses Metalloxyd im Boden gewöhnlich nicht frei, sondern in Verbindung mit Erden und Eisenoxyd in schwerauflöslichem Zustand vorkommt, so scheint es häufig als indifferenter Körper zu wirken; bei künstlichen Beimengungen in mehreren Procenten fand ich es unschädlich. Sprengel fand im Waldeckischen einen Mergel, welcher 4 Procent Manganoxyd enthielt und mit großem Vortheil zur Verbesserung der Felder angewandt wurde. Seine Menge ist übrigens in den Aschen der Pflanzen sehr verschieden und bei derselben Pflanze, auch bei vollkommener Entwickelung derselben, nicht constant in demselben Verhältniß vorkommend; es scheint mehr zu den zufälligen, als zu den wesentlich für die Vegetation nothwendigen Bestandtheilen des Bodens gerechnet werden zu müssen.

Von den Mergelarten als Gemengtheilen des Bodens.

§. 45. Die Mergel bilden natürliche Zusammensetzungen der bisher erwähnten Hauptbestandtheile des Bodens; die wesentlichen Bestandtheile derselben sind Thon und kohlensaure Kalkerde, welchen häufig noch Sand und oft auch einige andere Erdarten und Metalloxyde oder selbst veränderliche Bestandtheile des Bodens beigemengt sein können. Kalk gehört zu seinen wesentlichen Bestandtheilen; mit Salzsäure und Salpetersäure braust er daher immer auf, wobei sich die Kalkerde in diesen Säuren auflöst. Ob sich gleich die Hauptbestandtheile des Mergels in ihm in keinem bestimmten Verhältniß finden, so zeigt sich demungeachtet die merkwürdige Erscheinung, daß in den Mergeln Thon- und Kalkerde und auch oft andere Erden inniger mit einander gemengt vorkommen, als dieses bei blos mechanischen Mengungen von Erden der Fall ist. Werden Thon und Kalk künstlich auch in demselben Verhältniß zusammengemischt, wie sie in einem natürlichen Mergel vorkommen, so erhält man doch keine dem natürlichen Mergel ähnliche Substanz; die physischen Eigenschaften solcher künstlichen Erdgemenge sind oft sehr von denen des natürlichen Mergels verschieden; wir können solchen künstlichen Erdgemengen, wenn sie viel Thon enthalten, nie die Eigenschaft mittheilen, durch abwechselndes Befeuchten und Trockenwerden und Liegen an der Luft in viele kleine Stückchen zu zerfallen, ohne dadurch in einen zähen, schwer zu bearbeitenden Boden überzugehen, wie diese Eigenschaft oft selbst thonreiche natürliche Mergel in so ausgezeichnetem Grade besitzen.

Auch im Verhältniß zu Säuren und Auflösungsmitteln überhaupt zeigt sich oft eine auffallende Verschiedenheit; Kalk- und Bittererde werden aus bittererdhaltigen Mergeln gewöhnlich weit langsamer und schwerer aufgelöst, als dieses bei gleichen Quantitäten dieser Erden der Fall ist, wenn diese blos mechanisch unter sich gemengt oder mit andern Erdarten zusammengebracht werden.

Verschiedenheiten zwischen erdigen und schieferigen Mergeln.

§. 46. Besitzen die Mergelarten einen mehr gleichförmigen erdigen Bruch, wie dieses bei den jüngern im aufgeschwemmten Land eingelagerten Mergelarten gewöhnlich der Fall ist, so sind sie vorzüglich durch ihre chemischen Verhältnisse, durch den Kalkgehalt, verbessernd wirkend, obgleich auch ihre physischen Verhältnisse oft vieles hierzu beitragen können und immer zugleich berücksichtigt werden müssen. Sind sie dagegen mehr erhärtet, besitzen sie namentlich einen etwas schieferigen Bruch, wodurch sie beim Verwittern in viele kleine Stückchen zerfallen, ohne sogleich in eine gleichförmig feine erdige Bodenart überzugehen, wie dieses häufig Mergelarten zeigen, welche in Formationen der mittlern und ältern Flötzgebirgsarten, namentlich in den Keuper- und Liasformationen eingelagert vorkommen, so wirken sie außer ihren chemischen Bestandtheilen oft vorzüglich durch ihre physischen Eigenschaften, sie sind in diesem Fall oft durch letztere weit mehr, als durch erstere auf den Boden verbessernd wirkend; die wasserhaltende Kraft solcher Mergelarten ist oft weit geringer und ihre Eigenschaft, den Boden lockerer und wärmer zu machen, größer, als es ihre chemischen Bestandtheile erwarten ließen, welche Eigenschaften sie jedoch nach und nach in diesem höhern Grad verlieren, sobald sie durch Verwitterung in eine mehr gleichförmig erdige Bodenart übergegangen sind.

Eintheilung der Mergelarten.

§. 47. Man theilt die Mergelarten im Allgemeinen in **Kalkmergel**, **Thonmergel** und **Sandmergel** ein, je nachdem einer dieser 3 Hauptbestandtheile in ihnen vorherrschend vorhanden ist. Aus einer schon oberflächlichen Betrachtung ergiebt sich jedoch, daß diese allgemeinere Eintheilung nicht genügen kann, indem bei jeder dieser 3 Hauptmergelarten noch sehr viele Verschiedenheiten sein können. Werden nicht genauere Bezeichungen gewählt und nicht bei den einzelnen Mergelarten überhaupt ihre nähern chemischen Bestandtheile angegeben, so werden wir über die sich oft so widersprechenden Urtheile der Wirkung einzelner Mergelarten nicht ins Reine kommen können; manche Mergelarten leisten keine Dienste, oder können selbst schädlich wirken, wenn sie in unrichtiger Menge oder auf Böden angewandt werden, welche sie weder durch ihre physischen, noch chemischen Eigenschaften verbessern können.

In chemischer Beziehung lassen sich die Mergel näher auf folgende Hauptarten zurückführen, wobei jedoch immer zugleich zu berücksichtigen ist, ob das Korn des Mergels gleichförmig feinerdig, oder sandig, oder kleinschieferig ist.

Mergelarten	Bestandtheile in 100 Theilen			
	Thon	Kalk	Bittererde	Sand
Mergeligter Thon	75 — 90	10 — 25	0	0 — 5
Thonmergel	50 — 75	25 — 50	0	0 — 5
Sandiger Thonmergel	50 — 75	25 — 50	0	über 5
Thoniger Mergel	25 — 50	25 — 50	0	0 — 30
Sandmergel	25 — 50	25 — 50	0	über 30
Lehmmergel	25 — 50	10 — 25	0	25 — 50
Sandiger Lehmmergel	25 — 50	10 — 25	0	über 50
Kalkmergel	25 — 50	50 — 75	0	0 — 5
Sandiger Kalkmergel	25 — 50	50 — 75	0	5 — 25
Thoniger Kalkmergel	10 — 25	75 — 90	0	0 — 5
Talkhaltiger Thonmergel	50 — 90	5 — 30	0 — 40	0 — 20
Talkhaltiger Sandmergel	25 — 50	5 — 30	0 — 40	20 — 50
Talkhaltiger Kalkmergel	25 — 50	30 — 75	0 — 40	0 — 20

Wir behielten hier im Wesentlichen die von Crome *) vorgeschlagenen Benennungen mit wenigen Abänderungen bei; beigefügt sind hier noch der sandige Kalkmergel und die bittererdhaltigen Mergelarten, über welche wir Gelegenheit hatten im südlichen Deutschland vielfache Beobachtungen anzustellen. Zweckmäßig schien es bei dieser chemischen Eintheilung, nur solche Erdgemenge Mergel zu nennen, welche über 10 Proc. Kalkerde oder über 5 Proc. Kalk- und Bittererde zugleich enthalten, indem Mergelarten, in welchen diese beiden Erden in geringerer Menge enthalten sind, zur Verbesserung der chemischen Verhältnisse eines Bodens gewöhnlich nicht mehr mit Vortheil angewandt werden, ob sie sich gleich zur Verbesserung der physischen Verhältnisse eines Erdreichs, selbst noch bei geringerem Kalkgehalt mit Vortheil benutzen lassen.

Enthalten Mergelarten zugleich Gyps oder Humus beigemengt, so werden sie passend gypshaltige oder humushaltige Mergelarten genannt; enthalten sie noch andere Bestandtheile, namentlich etwa Salze, so müssen diese vorzüglich näher berücksichtigt werden. — Zu den besondern Varietäten solcher Mergelarten gehört der Muschelmergel, welcher von seinen Bruchstücken vieler Conchylien diese Benennung erhielt; ist er neuerer Entstehung, so kann er zugleich phosphorsaure Kalkerde und selbst noch thierische Ueberreste beigemengt enthalten.

Steigt in einem Mergel die Menge des Kalks allein oder in Verbindung mit Bittererde über 90 Proc., so wird er oft richtiger Erdkalk, Kalktuff, Steinkalk oder Steinmergel überhaupt genannt, mit näherer Bezeichnung, ob er zugleich Bittererde enthält, oder ihm

*) Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie im 5. Band Seite 400.

[illegible]se fehlt; steigt letztere bis gegen 40 Proc., so ist gewöhnlich auch der Gehalt an Kalkerde schon sehr bedeutend und oft gegen 50 Proc. betragend; womit die Härte gewöhnlich schon sehr zunimmt, so daß solche Mergel auch bei längerem Liegen an der Luft nicht mehr zerfallen, und daher im ungebrannten Zustande gewöhnlich auch nicht mehr zum Feldbau benutzt werden können; sie machen den Uebergang zu wirklichen Kalksteinen, welche auch in ihren härtern Varietäten nicht selten 3 — 5 Proc. Thon enthalten; die bittererdreichern werden oft richtiger Dolomite genannt, welche in ihrer reinern Form aus 46 Theilen kohlensaurer Bittererde und 54 kohlensaurer Kalkerde zusammengesetzt sind.

Die talkhaltigen Thon- und Kalkmergel finden sich vorzüglich häufig in der bunten Mergel- oder sogenannten Keuperformation des südwestlichen Deutschlands; sie besitzen ihres oft großen Thongehalts ungeachtet durch ihre feinschieferige Form die Eigenschaften warmer lockerer Bodenarten von geringer wasserhaltender Kraft; die talkhaltigen Sandmergel finden sich nicht selten in den obern Schichten der Muschelkalkformation im östlichen Theil des Schwarzwaldes, wo sie auch mit Vortheil zur Verbesserung der Felder benutzt werden.

Zweite Abtheilung.

Von den veränderlichen und zufälligen Bestandtheilen des Bodens.

§. 48. Den unveränderlichen Bestandtheilen des Bodens, welche wir in der 1. Abtheilung betrachteten, sind gewöhnlich mehr oder weniger andere Stoffe beigemengt, welche oft sehr wesentlich zur Fruchtbarkeit beitragen, oft aber auch als blos zufällige Gemengtheile des Bodens angesehen werden können, deren Gegenwart zur Fruchtbarkeit nicht gerade nothwendig ist. Zu den wichtigsten allgemeiner verbreiteten dieser Bestandtheile gehört der Humus und die Humussäure, welche wir hier zuerst näher betrachten, und hierauf die übrigen weniger häufig vorkommenden folgen lassen.

1) Von der Dammerde oder dem Humus.

§. 49. Mit der Benennung **Dammerde** wurden lange sehr verschiedene Gegenstände bezeichnet; man begriff darunter früher überhaupt die obere fruchtbare Ackererde, das Gemenge verschiedener Erdarten mit organischen Ueberresten, in welchem die Vegetation vorzüglich vor sich geht. Später bezeichnete man damit die schwarzbraune pulverförmige Substanz, welche sich bildet, wenn organische Stoffe in Fäulniß und Verwesung übergehen, man nannte daher diese zurückbleibenden Theile auch Moder, Moderstoff; um Verwechselungen zu vermeiden, machten Einhof und Thaer den Vorschlag, diese feinen organischen Stoffe des Erdreichs, welche der Obererde vorzüglich Fruchtbarkeit mittheilen, Humus zu nennen, welche Benennung auch in den neuern Zeiten in den meisten landwirthschaftlichen Schriften gebraucht wird.

Untersucht man diesen Humus etwas näher, so zeigt er sich als sehr verschieden zusammengesetzt, er enthält außer mehr oder weniger zersetzten Theilen der in Fäulniß übergegangenen Thiere und Pflanzen eine Säure, frei, oder im gebundenen Zustand, welche sich auf keine der übrigen Säuren zurückführen läßt, und daher in neuern Zeiten von Döbereiner und Sprengel (§. 516. der Agriculturchemie) Humussäure genannt wurde; wir werden sie daher hier zunächst betrachten.

Von der Humussäure.

Entstehungsart.

§. 50. Wenn abgestorbene Theile von Pflanzen und Thieren unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Wärme und atmosphärischer Luft in Fäulniß und Verwesung übergehen, so entwickeln sich mehr oder weniger Gasarten, Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas; bei Zersetzung thierischer Theile auch häufig kohlensaures Ammoniak-, Schwefel- und auch Phosphorwasserstoffgas, und es bleiben zuletzt braune, im Wasser etwas auflösliche, pulverförmige Theile zurück, welche die Humussäure frei, oder an Basen, gewöhnlich an Erden oder Alkalien gebunden, enthalten. Am häufigsten bildet sich dieser Stoff aus absterbenden Pflanzen, aus dem in Fäulniß übergegangenen Holz alter Bäume; weßwegen sie auch von ihrer Entstehung aus der Ulmenrinde von Klaproth Ulmin genannt wurde; sie läßt sich aus jeder Holzfaser erhalten, auf welche man einige Zeit unter Luftzutritt wäßrige Kaliauflösung einwirken läßt; in größter Menge gebildet, findet sie sich oft im Torf, aus welchem sie sich auch am leichtesten in einiger Menge rein abscheiden läßt; auch in manchen Braunkohlenarten ist sie in großer Menge enthalten. Sie läßt sich aus diesen Stoffen leicht durch Alkalien lösen, wozu man sich namentlich des Ammoniaks bedienen kann; das dadurch erhaltene humussaure Ammoniak kann hierauf durch Salzsäure zersetzt werden, wobei die Humussäure in braunen Flocken zu Boden fällt (§. 517. der Agriculturchemie enthält das nähere Verfahren).

Physische Eigenschaften der Humussäure.

§. 51. Im feuchten Zustand bildet die Humussäure eine schlüpfrige, schwarzbraune Masse, mit etwas säuerlichem, nachher schwach zusammenziehendem Geschmack, welche vorzüglich im erwärmten Zustand Lackmuspapier etwas röthet, sie besitzt eine sehr große wasserhaltende Kraft; 100 Gewichtstheile lassen beim Austrocknen nach Sprengel nur 5 Gewichtstheile trockne Humussäure zurück *), nach Jennek **) 7,7 Gewichtstheile; meine Versuche gaben 7,42 Theile; sie enthält daher in diesem fein zertheilten Zustand das 13 bis 20fache ihres Gewichts Wasser. Beim Austrocknen an der Luft

*) Wir folgen in der Lehre vom Humus den oben schon angeführten neuern Untersuchungen Sprengels, welchen wir jedoch die Resultate einzelner weitern, theils von Andern, theils von uns selbst erst angestellten Untersuchungen beifügen. Sch.

**) Kastners Archiv Theil XII. S. 408.

zieht sie sich sehr zusammen, und zerfällt in unregelmäßige kleine Stücke von muschligem Bruch und glänzend schwarzer, dem Gagat (Pechkohle) ähnlicher Farbe; ich fand ihr spec. Gewicht in diesem ausgetrockneten Zustand = 1,444, sie kommt daher in dieser Beziehung mit manchen Steinkohlen überein; krystallisiren läßt sie sich nicht, wenn man sie auch möglichst langsam abdünstet. Wird sie bei einer Temperatur von 40° R. völlig ausgetrocknet und im fein pulverisirten Zustand feuchter Luft ausgesetzt, so absorbirt sie aus dieser gegen 25 Proc. Feuchtigkeit; mit Wasser völlig durchnäßt, nehmen 100 Theile 129 Theile Wasser auf, sie zeigt daher nach dem Austrocknen bei weitem nicht mehr die große wasserhaltende Kraft, wie vorher. Zu ihren merkwürdigern Eigenschaften gehört ihre verschiedene Auflöslichkeit in Wasser, je nachdem dieses eine verschiedene Temperatur besitzt. In der Siedhitze löst sich 1 Theil der feuchten Humussäure in 150 — 160 Theilen Wasser auf, bei 15° R. sind hierzu 2500 Theile Wasser, und beim Eispunkt selbst 6500 Theile Wasser nöthig. Durch bloßes Erkalten scheidet sich die in warmem Wasser in größerer Menge aufgelöste Humussäure nicht wieder ab; gefriert jedoch das Wasser, so fällt sie als ein schwarzbraunes, weder in kaltem, noch warmem Wasser auflösliches Pulver zu Boden. — Für die Vegetation muß diese verschiedene Auflöslichkeit des Humus von bedeutendem Einfluß sein, sie dürfte zur größern Fruchtbarkeit warmer Himmelsstriche, in welchen die Temperatur nie bis auf den Eispunkt sinkt, vieles beitragen, während dadurch in Gegenden, in welchen die Temperatur in der kältern Jahrszeit häufig unter den Eispunkt fällt, viel Humus seine Auflöslichkeit verliert, und dadurch zur Entstehung von Torfmooren Veranlassung giebt. Wird die Humussäure durch künstliche Wärme bei einer Temperatur von 60° R. völlig ausgetrocknet, so wird sie gleichfalls in kaltem Wasser unauflöslich; nur in warmem Wasser, namentlich durch anhaltendes Kochen, erhält sie wieder etwas Auflöslichkeit. Zu große Hitze kann daher für ihre Auflöslichkeit eben so nachtheilig werden, als strenge Winterkälte.

Allgemeinere chemische Verhältnisse.

§. 52. Wird die feuchte Humussäure längere Zeit der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so zersetzt sie sich durch weitere Oxydation, wie andere organische Säuren; es bildet sich dabei kohlensaures Gas, und auf ihrer Oberfläche setzt sich eine Schimmelhaut ab. — Im Kreise der voltaischen Säule sondert sich die in Wasser oder in Alkalien gelöste Humussäure am Zink oder positiven Pol, als ein schwarzbraunes Pulver ab. Ohne Zersetzung läßt sie sich nicht verflüchtigen; bei der trocknen Destillation liefert sie ähnliche Producte, wie die Holzfaser, nämlich Kohlensäure, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffgas, mit brenzlichem Oel verunreinigte Holzsäure und Wasser; die zurückbleibende Kohle ist sehr hart, metallisch glänzend und läßt sich nur schwer verbrennen. — Bei der nähern Zerlegung auf trocknem Wege fand Sprengel die aus

Torf dargestellte Humussäure bestehend aus 58,0 Kohlenstoff, 39,9 Sauerstoff und 2,1 Wasserstoff, sie würde daher, da 2,1 Theile Wasserstoff mit 16,83 Theilen Sauerstoff Wasser geben, in 58,0 Theilen Kohlenstoff 23,07 Theile Sauerstoff gebunden enthalten, und sich daher als ein Kohlenoxyd oder näher als eine kohlige Säure in Verbindung mit Wasser ansehen lassen.

Chemische Verhältnisse der Humussäure zu andern Stoffen.

§. 53. Die Humussäure wird aus ihrer Auflösung in Wasser von allen Mineralsäuren, mit Ausnahme der Phosphorsäure, in Gestalt brauner Flocken abgeschieden; bei Anwendung von Wärme löst sie sich in geringer Menge in dieser Säure auf; concentrirte Schwefelsäure verwandelt sie in Kohle, Salpetersäure in Gerbsäure; Schwefelwasserstoffgas und Pflanzensäuren scheiden sie nicht aus ihren Auflösungen, färben aber die wäßrige Auflösung dunkler; kohlensaures Gas, durch eine Auflösung von Humussäure geleitet, hat keine Einwirkung auf sie; durch Chlor wird sie entfärbt, wobei sich ein weißer, harzähnlicher Körper zu Boden setzt; durch Jod, Leim, Eyweiß, Stärke, Schleim, Gummi, Zucker und Seifenauflösung erleidet die Humussäure keine Veränderung.

Sie besitzt etwas fäulnißwidrige Eigenschaften; thierische Häute in Moorwasser liegend, welches viel Humussäure besitzt, gehen in einen dem gegerbten Leder ähnlichen Zustand über; im feuchten Zustand ist sie im Alkohol etwas auflöslich; im völlig ausgetrockneten Zustand ist sie sowohl im kalten, als warmen Alkohol nur sehr wenig löslich; in 1000 Theilen Alkohol lösten sich mir bei 40° R. nur 0,8 Theile auf, wodurch der Alkohol eine schwach weingelbe Farbe erhielt.

Sie wird aus ihrer Auflösung in Wasser durch alle Salze gefällt, welche eine Erde oder eigentliches Metall zur Basis haben; wobei sie sich mit diesen Basen zu humussauren Salzen vereinigt; sie besitzt daher zu mehreren Basen eine große Verwandtschaft; Kochsalz und alkalische Salze, mit Ausnahme der kohlensauren Salze, werden durch sie nicht zerlegt.

Mit Kieselerde geht die Humussäure keine Verbindung ein, dagegen besitzt sie die Eigenschaft, die Verbindungen der Kieselerde mit Kalk- und Bittererde zu zerlegen, wobei sich humussaure Kalk- oder Talkerde bildet; sie kann daher auf Bodenarten, in welchen diese beiden Erden, statt an Kohlensäure, an Kieselerde gebunden sind, sehr wohlthätig wirken.

Phosphorsaure Kalkerde wird durch sie zerlegt oder auflöslich; durch ihre Einwirkung scheint daher dieser sonst in Wasser unauflösliche Körper in die Pflanzen übergeführt zu werden.

Mit Alkalien, Kalk-, Talk- und Baryterde verbindet sie sich leicht und neutralisirt sie vollständig; sind diese Alkalien und Erden zuvor mit Kohlensäure gesättigt, so entweicht dabei Kohlensäure, wenn sie namentlich in der Wärme mit aufgelöster Humussäure zusammengebracht werden.

Humussaure Salze.

§. 54. Die humussauren Salze sind mehr oder weniger im Wasser auflöslich, sie finden sich in jeder Obererde, welche Humus und salzfähige Basen enthält, durch sie werden die Pflanzen vorzüglich ernährt, und es ist daher von Wichtigkeit, sie zunächst näher kennen zu lernen.

Sie bilden sich, wenn ein Erdreich mit vegetabilischen oder thierischen Ueberresten gedüngt wird, oder wenn die Vegetabilien auf dem Boden selbst wieder absterben und sich dem Erdreich beimischen; bei ihrer Bildung wird Sauerstoff absorbirt und Kohlensäure entwikkelt, wobei sich ein Theil der schon gebildeten Humussäure durch weitere Oxydation wieder zersetzt.

Die humussauren Alkalien (humussaures Kali, Natron, Ammoniak) sind im Wasser sehr leicht auflöslich; schwerer löslich sind die mit den alkalischen Erden und Metallen sich bildenden Salze; krystallisiren lassen sie sich nicht; beim Eindicken bilden sie im feuchten Zustand braune oder schwarzbraune schlüpfrige Massen von großer wasserhaltender Kraft, die im Wasser unauflöslich werden, sobald sie bei + 80° R. völlig austrocknen; sie ziehen sich dabei sehr zusammen und zerfallen in würflige, glänzend schwarze, zerbrochenen Steinkohlen ähnliche Stückchen, ähnlich wie trockene Humussäure selbst.

Im trockenen Zustand absorbiren sie Feuchtigkeit aus der Luft ohne zu zerfließen, bei der trockenen Destillation geben sie ähnliche Producte, wie die Humussäure. Gefriert das Wasser, welches ein humussaures Salz aufgelöst enthält, so wird das Salz zersetzt und die Humussäure fällt als ein unauflösliches Pulver zu Boden.

Darstellung derselben.

§. 55. Wünscht man humussaure Salze, welche eine Erde oder ein Metall zur Basis haben, in größerer Menge zu gewinnen, so mischt man die im Wasser leicht löslichen humussauren Salze (humussaures Kali, Natron oder Ammoniak) mit aufgelösten Salzen, deren Basen man mit der Humussäure zu verbinden wünscht; man erhält so humussaure Thonerde oder humussaures Eisenoxyd, wenn man Auflösungen von Alaun oder Eisenvitriol mit humussaurem Ammoniak zusammenbringt. Die in landwirthschaftlicher Beziehung wichtigern humussauren Salze werden wir im folgenden §. näher betrachten.

Humussaures Ammoniak.

§. 56. Das neutrale humussaure Ammoniak ist schon in 5 bis 6 Theilen Wasser auflöslich, hat im concentrirten Zustand eine fast reine schwarze Farbe, schon in sehr geringer Menge ertheilt es dem Wasser eine weingelbe Farbe; man erhält es, wenn flüssiges Ammoniak mit Humussäure zusammengebracht wird; es findet sich vorzüglich häufig in faulen thierischen Excrementen, im eigentlichen Mist und in der Mistjauche. Sprengel fand das aus Torf dargestellte humussaure Ammoniak, bei einer Temperatur von 60° R. aus-

getrocknet, bestehend aus 89,29 Humussäure und 10,71 Ammoniak. Durch die Mineralsäuren, mit Ausnahme der Kohlensäure, wird es vollständig zerlegt.

Es scheint auf die Vegetation vorzüglich wohlthätig und ernährend zu wirken, indem seine Grundbestandtheile in die der Pflanzen selbst umgewandelt werden können; die ammoniakreichen thierischen Düngerarten, wohin vorzüglich Schafmist und Pferdemist gehören, veranlassen vorzüglich ein sehr üppiges Wachsthum.

Humussaures Kali und Natron.

§. 57. Diese humussauren Verbindungen lassen sich leicht durch Zusammenbringen von Humussäure mit kaustischem oder kohlensaurem Kali oder Natron erhalten; im letztern Fall entweicht die Kohlensäure des Kalis oder Natrons; sie sind im Wasser gleichfalls sehr leicht auflöslich. Da diese fixen Alkalien zu der Humussäure eine große Verwandtschaft haben, so bilden sie sich leicht, wenn fixe Alkalien einem Boden zugesetzt werden; im verdünnten Zustand färben sie das Wasser gelblichbraun, concentrirt und ausgetrocknet, bilden sie schwarze, nicht krystallisirbare Massen; gegen Säuren verhalten sie sich, wie das humussaure Ammoniak; nach Sprengel enthält das humussaure Kali 93,4 Proc. und das humussaure Natron 92,8 Humussäure. Auf die Vegetation scheinen beide vorzüglich durch die größere Löslichkeit, welche dadurch die Humussäure erhält, wohlthätig zu wirken; die düngende Kraft der Asche scheint vorzüglich hierauf zu beruhen.

Humussaure Kalkerde.

§. 58. Bringt man Humussäure mit kohlensaurer Kalkerde in enge Berührung, so verbindet sich die Humussäure mit der Kalkerde und die Kohlensäure entweicht. In der Ackererde findet sich die humussaure Kalkerde bald als saures, bald als neutrales, bald als basisches Salz, je nachdem die Kalkerde oder die Humussäure das Uebergewicht hat. Man erhält dieses Salz im neutralen Zustand, wenn man eine stark verdünnte Auflösung von salzsaurem Kalk (Chlorcalcium) mit humussaurem Ammoniak, Kali oder Natron zusammenbringt, jedoch von dem salzsauren Kalk weniger zusetzt, als zur völligen Zersetzung des humussauren Ammoniaks nöthig ist, indem sonst ein basisches Salz entsteht. — Die humussaure Kalkerde bildet einen schwarzbraunen, flockigen Niederschlag, welcher nach Sprengel bei einer Temperatur von 80° R. getrocknet, 92,6 Proc. Humussäure gebunden enthält; zur Auflösung erfordert sie im feuchten Zustand 2000 Theile kaltes Wasser; in warmem Wasser ist sie etwas auflöslicher. Läßt man Wasser, welches humussauren Kalk aufgelöst enthält, längere Zeit der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so zersetzt sich ein Theil der Humussäure, es bildet sich kohlensaure Kalkerde und saure humussaure Kalkerde, zuletzt bildet sich auch basisch humussaure Kalkerde, indem die Humussäure des sauren Salzes eine Zersetzung erleidet.

Durch Mineralsäure wird die humussaure Kalkerde vollständig zerlegt, wobei sich die Humussäure in braunen Flocken zu Boden setzt. — Setzt man zu der in Wasser aufgelösten humussauren Kalkerde kohlensaures oder kleesaures Kali, so verbindet sich das Kali mit der Humussäure und die kohlensaure Kalkerde oder der kleesaure Kalk fällt zu Boden.

Für die Fruchtbarkeit eines Erdreichs scheint dieses Salz von großer Wichtigkeit zu sein, die in einem Boden oft enthaltene unauflösliche Humussäure wird dadurch auflöslicher, wobei die Pflanzen zugleich mit der Humussäure Kalkerde in geringer Menge zugeführt erhalten, welche sehr vielen Pflanzen zu ihrer vollkommenen Ausbildung nothwendig zu sein scheint. Die wohlthätigen Wirkungen der Kalk- und Mergeldüngung auf humusreichen Boden scheinen sich vorzüglich hieraus zu erklären.

Humussaure Talk- oder Bittererde.

§. 59. Man erhält neutrale humussaure Bittererde, wenn man zu einer verdünnten Auflösung von neutralem humussauren Ammoniak eine gleichfalls verdünnte Auflösung von salzsaurer Talkerde (Chlortalcium) gießt; es fällt in diesem Fall der größte Theil der gebildeten neutralen humussauren Bittererde zu Boden; ein großer Theil bleibt jedoch, wegen der großen Auflöslichkeit dieses Salzes, im Wasser aufgelöst und färbt dieses braun. In der Wärme geschieht die Fällung vollständiger und schneller. Die Auflöslichkeit der humussauren Bittererde ist weit größer, als die der humussauren Kalkerde, sie bedarf vom kalten Wasser nur 160 und vom heißen 120 Theile. — Diese große Auflöslichkeit der humussauren Bittererde kann daher, wie alle Salze, wenn sie den Pflanzen in zu großer Menge zugeführt werden, schädlich auf sie wirken. In den Ackererden scheint jedoch diese leicht auflösliche Verbindung der humussauren Bittererde nur sehr selten vorzukommen, indem in den bittererdehaltigen Bodenarten diese Erde gewöhnlich enger an Kieselerde oder kohlensaure Kalkerde gebunden vorkommt. Ich hatte nicht selten humushaltige, sehr fruchtbare Böden zu untersuchen Gelegenheit, aus welchen sich, ihres Gehalts an kohlensaurer Bittererde ungeachtet, durch bloßes Wasser nur sehr wenig humussaure Bittererde ausziehen ließ, ob sich gleich durch Zusatz von Kali die Humussäure sogleich in bedeutender Menge auflöste. Die hier und da beobachtete schädliche Wirkung der gebrannten Bittererde scheint sich weit einfacher auf die schon oben §. 40. S. 19 der Agronomie angeführte Art zu erklären.

Nach Sprengel besteht die getrocknete neutrale humussaure Bittererde aus 93,5 Humussäure und 6,5 Bittererde; wird die in Wasser gelöste humussaure Bittererde beim Zutritt der Luft verdünstet, so entsteht eine theilweise Zersetzung, es bildet sich kohlensaure und saure humussaure Bittererde, durch die Mineralsäuren eben so; durch kohlensaure und caustische Alkalien wird sie zerlegt, wie die humussaure Kalkerde.

Humussaure Baryt- oder Schwererde.

§. 60. Die neutrale humussaure Baryterde läßt sich leicht durch Zersetzung von salzsaurem Baryt (Chlorbarium) mit humussaurem Kali oder Ammoniak erhalten, wobei durch Zusatz von etwas zuviel salzsaurem Baryt, wie bei der Bereitung der humussauren Kalkerde ein basisches Salz entsteht; das neutrale Salz enthält 84,01 Proc., das basische 67,9 Proc. Humussäure; ersteres ist in 5200 Theilen kalten Wassers auflöslich und färbt dieses noch weingelb. Durch Mineralsäuren wird es, wie die humussaure Kalkerde, zersetzt; an der Luft zersetzt sie sich jedoch nicht, wie letztere. Als Gemengtheil des Bodens scheint sie nur sehr selten vorzukommen; über ihre Wirkung auf die Vegetation sind im Großen noch keine Erfahrungen bekannt; nach einigen von mir im Kleinen angestellten Versuchen schien sie sich der humussauren Kalkerde ähnlich zu verhalten; man fand bereits die Baryterde in der Asche des Astragalus exscapus L.; vielleicht, daß sie daher der Vegetation dieser und verwandter Pflanzen vorzüglich günstig ist.

Humussaure Thonerde.

§. 61. Die Thonerde besitzt unter den Erden die größte Verwandtschaft zur Humussäure, sie bildet mit ihr ein neutrales, saures und basisches Salz; nur die beiden erstern sind in Wasser auflöslich. Enthält ein Boden vorherrschend viel Thonerde, so bildet sich vorzüglich letzteres Salz; sie läßt sich von der Thonerde nur sehr schwer wieder vollständig trennen.

Um neutrale humussaure Thonerde künstlich zu bereiten, bringt man humussaures Ammoniak oder humussaures Kali mit einem thonerdhaltigen Salz zusammen, nimmt jedoch von letzterm weniger, als zur völligen Zersetzung nöthig ist, indem man sonst ein basisches Salz erhält; sie ist sehr schwer in Wasser auflöslich, ein Theil bedarf hierzu 4200 Theile Wasser; im neutralen Zustand enthält sie nach Sprengel 91,2 Procent Humussäure; caustische und kohlensaure Alkalien und Erden zerlegen zum Theil die humussaure Thonerde, und bilden mit der Humussäure im Wasser leichter lösliche Salze.

Aus der großen Anziehung der Humussäure zur Thonerde und der schweren Auflöslichkeit dieser Verbindung in Wasser erklärt sich, warum Thonböden stärkere Düngung erfordern, als Sand und Kalkböden; warum aber Thonböden auch andauernder fruchtbar sind, wenn sie einmal die gehörige Menge Humus aufgenommen haben. Die wohlthätige Wirkung von Ammoniak, Kali oder kalkhaltigen Düngerarten auf humushaltige Thonböden, erklärt sich aus der größern Auflöslichkeit der durch diese Zusätze sich bildenden humussauren Salze.

Humussaures Eisenoxyd und Eisenoxydul.

§. 62. Die Humussäure verbindet sich sowohl mit dem Eisenoxyd, als Eisenoxydul zu Eisensalzen, welche sich in eisenoxydhaltigen Böden leicht bilden, indem das Eisenoxyd zur Humussäure eine sehr

große Verwandtschaft besitzt. Legt man blankes Eisen in humussäurehaltiges Wasser, so bildet sich humussaures Eisenoxydul. Bringt man in Wasser aufgelöste Humussäure mit einem Eisensalz zusammen, so erfolgt ein vollständiger Niederschlag von humussaurem Eisenoxyd; neutrales humussaures Eisenoxyd erhält man, wenn man schwefelsaures Eisenoxyd mit neutralem humussaurem Ammoniak oder Kali zusammenbringt. In der Natur findet es sich vorzüglich in größerer Menge im Raseneisenstein und in Sumpferzen; es besteht nach Sprengel aus 85 Humussäure und 15 Eisenoxyd; zur Auflösung erfordert es 2300 Theile Wasser. Seine Auflösung in Wasser erleidet erst nach mehreren Wochen eine Zersetzung, wobei sich basisch humussaures Eisenoxyd zu Boden setzt, welches in Wasser völlig unauflöslich ist; in kohlensaurem und ätzendem Kali und Ammoniak löst es sich vollständig auf. Eisenblausaures Kali (Cyaneisenkalium) reagirt nur dann auf das in Wasser aufgelöste humussaure Eisenoxyd, wenn zugleich eine Säure zugesetzt wird; schwefelblausaures Kali oder Schwefelcyankalium schwefelwasserstoffsaures Ammoniak und Kali, Kalkwasser, Gallussäure und Gerbstoff wirken nicht auf seine Auflösung in Wasser.

Das humussaure Eisenoxydul ist in Wasser weit auflöslicher, als das Oxyd; seine Auflöslichkeit ist so bedeutend, daß es das Wasser dunkelbraun färbt; wird eisenoxydulhaltiges kohlensaures Wasser, oder aufgelöstes schwefelsaures Eisenoxydul mit in Wasser aufgelöster Humussäure zusammengebracht, so bildet sich erst dann ein Niederschlag, wenn sich das Eisenoxydul durch höhere Oxydation in Oxyd verwandelt hat; es bildet sich in diesem Fall auf der Oberfläche der Flüssigkeit zuerst eine metallisch glänzende Haut, welche nach einiger Zeit zu Boden fällt und durch eine neue ersetzt wird.

Das neutrale humussaure Eisenoxyd ist in flüssiger Humussäure löslich, und bildet damit saures humussaures Eisenoxyd.

Auf die Vegetation wirken die in Wasser auflöslichen humussauren Eisensalze leicht nachtheilig, indem sie von den Pflanzen in zu großer Menge absorbirt werden; nur wenige Pflanzen, wie einzelne Riedgräser und auf sauern Wiesen wachsende Pflanzen scheinen sie leichter zu ertragen. Das in Wasser unauflösliche basische humussaure Eisenoxyd ist zwar mehr indifferent, kann aber dadurch nachtheilig werden, daß es während seiner Bildung zu viel Humussäure unauflöslich macht und dadurch der Vegetation entzieht.

Enthält ein Boden zu viel humussaures Eisenoxyd, so wirkt gewöhnlich Kalk- oder Mergeldüngung wohlthätig, wodurch die humussauren Eisensalze zum Theil zerlegt werden, während sich humussaurer Kalk bildet; weniger sicher ist die Anwendung von Kalk oder ammoniakhaltigen Düngerarten, indem diese Alkalien die humussauren Eisenoxyde nach Sprengel unzersetzt auflösen, und dadurch den Pflanzen gleichfalls Eisenoxyd in zu großer Menge zuführen können.

Humussaures Manganoxydul.

§. 63. Bringt man schwarzes Manganoxyd in der Wärme

mit in Wasser gelöster oder suspendirter Humussäure zusammen, so bildet sich humussaures Manganoxydul; im feuchten Zustand bedarf es zur Auflösung 1450 Theile Wasser, in warmem Wasser ist es auflöslicher; nach Sprengel enthält es 86,8 Proc. Humussäure. In Ammoniak ist es leicht auflöslich, unauflöslich ist es dagegen in kohlensaurem und ätzendem Kali; Säuren zerlegen es vollständig. In der Ackererde findet es sich hier und da in Begleitung mit humussaurem Eisenoxyd; da wir in der Asche vieler Vegetabilien etwas Manganoxyd finden, so wirkt es wahrscheinlich in geringer Menge auf die Vegetation vieler Pflanzen wohlthätig.

Humussaures Bleioxyd und Kupferoxyd.

§. 64. Diese beiden humussauren Metallsalze lassen sich bilden, wenn humussaures Ammoniak mit essigsaurem Blei oder schwefelsaurem Kupferoxyd zusammengebracht wird. Beide Metallsalze sind in Wasser unauflöslich, lösen sich aber leicht in ätzenden und kohlensauren Alkalien. In den Ackererden dürften sie nur hier und da zufällig in der Nähe von Fabriken oder in Gegenden vorkommen, wo sich Kupfer und Bleierze im Großen finden; ihre in Wasser auflöslichen Verbindungen sind ohne Zweifel auf die Vegetation schädlich wirkend.

Humussaures Goldoxyd.

§. 65. Bringt man eine Auflösung von Chlorgold zu aufgelöster Humussäure, so wird die Flüssigkeit auch ohne Zutritt von Licht schön purpurroth gefärbt, ohne daß sich ein Niederschlag bildet. Diese Färbung erfolgt selbst noch, wenn 1 Theil Humussäure in 10000 Theilen Wasser aufgelöst ist; man kann sich daher dieser Goldauflösung als eines sehr empfindlichen Reagens bedienen, um Humussäure in einer Flüssigkeit zu entdecken.

Humussaures Kali und Ammoniak geben mit Goldauflösung keinen Niederschlag.

Verschiedene Humusarten.

§. 66. Der Humus wirkt, je nach den Stoffen, aus welchen er sich bildete, auf die Vegetation sehr verschieden; Humus, welcher sich blos aus zersetzter Holzfaser oder strohigten Theilen der Gräser und Getreidearten bildete, ist weit weniger wirksam, als Humus, welcher durch Unterpflügen von Wurzeln und grünen Blättern von Klee, Bohnen, Wicken, Lupinen u. s. w. gebildet wird. Der aus der Zersetzung thierischer Stoffe gebildete Humus zeigt sich auf viele Culturpflanzen weit wirksamer, als der aus blos vegetabilischen Ueberresten entstandene. Enthält die Ackererde blos aus thierischen Theilen erzeugten Humus, so zeigen die Getreidearten, welche auf einem solchen Boden gezogen werden, nach Hermbstädts neuern Untersuchungen *), außer der größern Ergiebigkeit im Allgemeinen zugleich

*) Schweiggers Journal der Chemie, neue Reihe Bd. 16. S. 278.

in den einzelnen Körnern verhältnißmäßig einen größern Gehalt an Kleber, während sich dagegen bei blos vegetabilischer Düngung verhältnißmäßig weit mehr Stärkemehl in ihnen ausbildet. Selbst je nach den Pflanzen oder Thieren, durch deren Zersetzung der Humus gebildet wurde, zeigen sich wieder viele Verschiedenheiten; so bilden die menschlichen Excremente ein weit wirksameres Düngungsmittel, als die der Schafe, Ziegen und Pferde, und diese sind wieder wirksamer, als die der Kühe, wenn von allen diesen Düngerarten gleiche Quantitäten dem Gewicht nach im trocknen Zustande gewogen zur Düngung angewandt werden. Humus, welcher sich durch Verwitterung der Heidekrautarten bildet, zeigt sich sehr wohlthätig auf viele Pflanzen aus der Familie der Myrten und Heiden; viele in Neuholland und auf dem Cap der guten Hoffnung einheimische Pflanzen gedeihen vorzüglich in solchem Humus, während unsere meisten Culturgewächse in solchen Böden nur ein schlechtes Fortkommen zeigen. — Der Humus, welcher sich durch Zersetzung der Seggen, Binsen und Kiefernnadeln bildet, begünstigt nur das Wachsthum gewisser Pflanzen aus verwandten Familien, während er dagegen für viele andere Gewächse wieder untauglich ist; ähnliche Beispiele lassen sich noch sehr viele aufzählen.

Es würde für den Landbau von der größten Wichtigkeit sein, diese feinern Verschiedenheiten der Humusarten durch charakteristische Merkmale unterscheiden, und ihre Gegenwart in den Bodenarten wirklich durch bestimmte Reagentien nachweisen zu können; bis jetzt fehlen uns diese größtentheils; im Allgemeinen lassen sich nach den gegenwärtigen Hülfsmitteln der Chemie nur folgende Humusarten unterscheiden, wovon jede wieder viele Verschiedenheiten unter sich begreift.

Milder, auflöslicher Humus.

§. 67. Man versteht unter mildem, auflöslichem Humus einen Humus, welcher etwas in Wasser auflöslich ist, in welchem sich keine freie Säure nachweisen läßt; er findet sich gewöhnlich in Bodenarten, welche außer Thon und Kieselerde etwas Kalk, Bittererde oder alkalische Stoffe enthalten. Bei seiner Auflösung in Wasser färbt sich dieses schwach weingelb; man nannte diese wässerige Auflösung früher Extractivstoff des Humus. Nach dem im vorhergehenden Paragraphen Erwähnten besteht dieser sogenannte Extractivstoff jedoch aus nichts weiter, als aus auflöslichen humussauren Salzen, welchen sich durch weitere Oxydation auch freie Humussäure beimischen kann, sobald keine Basis vorhanden ist, durch die sie gebunden werden könnte. — Findet sich in einem Boden milder Humus, so eignet er sich gewöhnlich zum Anbau der meisten Culturgewächse. Die Menge der durch bloßes Wasser ausziehbaren milden Humustheile ist gewöhnlich nur gering, weil die meisten Erdarten nur schwerauflösliche humussaure Salze bilden.

Oxydirter Humus.

§. 68. Oxydirten Extractivstoff oder oxydirten Humus nannte man früher die in Wasser unauflöslichen Humustheile, welche so eng an den Boden gebunden sind, daß sie durch bloßes Wasser nicht davon getrennt werden können. Aus dem oben bei den humussauren Salzen Erwähnten ergiebt sich, daß solche unauflösliche Humustheile aus in Wasser unauflöslichen oder nur sehr schwer auflöslichen vorzüglich basischen humussauren Salzen bestehen können, welche sich sehr leicht bilden, wenn sich ein Theil der Humussäure, welche in den neutralen humussauren Salzen enthalten ist, durch Kohlensäure und Wasser zersetzt. Durch Alkalien lassen sich gewöhnlich diese schwerauflöslichen humussauren Salze leicht zersetzen, wobei sich diese mit der Humussäure zu leicht auflöslichen Salzen verbinden.

Da die meisten erdigen humussauren Salze schwer in Wasser auflöslich sind und die Neigung haben, leicht in basische Salze überzugehen, so findet sich dieser sogenannte oxydirte Humus vorzüglich häufig in Ackererden und den verschiedensten oft ganz unfruchtbaren Bodenarten. Gewöhnlich erhöhen daher Alkalien und alkalische Erden sehr die Fruchtbarkeit solcher Böden.

Saurer Humus.

§. 69. Man versteht darunter einen Humus, welcher freie Humussäure enthält; diese kann sich nach dem oben Erwähnten nur in solchen Bodenarten bilden, welche keine oder nicht hinreichend viele Basen enthalten, durch welche die freie Humussäure gebunden werden könnte; er findet sich gewöhnlich nur in Moor- und Sumpfgegenden, hier und da auch in Sandgegenden. Man will in solchen Humusarten auch schon freie Essigsäure und Phosphorsäure gefunden haben; neuere Beobachtungen bestätigen dieses jedoch nicht.

Wasser, welches auf saurem Humus steht, färbt sich gewöhnlich bald gelb oder gelbbraun, indem sich etwas Humussäure auflöst, oft zugleich in Verbindung von etwas humussaurem Eisen- und Manganoxyd und andern in Wasser auflöslichen Salzen. Alkalien lösen den sauren Humus mit schwarzbrauner Farbe auf; bei der trocknen Destillation erhält man aus ihm dieselben schon oben bei der Humussäure erwähnten Producte; in seiner Asche findet man gewöhnlich Kieselerde, kohlensauren, schwefelsauren und phosphorsauren Kalk, oft auch etwas Thonerde, Eisen und Manganoxyd.

So lange die Humussäure in einem Boden vorherrscht, gedeihen auf solchen Bodenarten gewöhnlich nur sogenannte saure Gräser, mehrere Arten von Carex, Scirpus, Juncus, einzelne Rumex- und Heidearten, nebst verschiedenen Sumpfpflanzen; für die meisten Culturpflanzen ist ein solcher Boden untauglich; setzt man aber solche Böden im mäßig feuchten Zustande längere Zeit der Einwirkung der Luft aus, so verschwindet nach und nach die freie Säure, die Humussäure zersetzt sich unter Absorption von Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser, und der Humus geht dadurch in milden Hu-

stand über. Bodenarten mit saurem Humus können daher sehr fruchtbar werden, wenn es gelingt, das Wasser abzuleiten und die freie Säure zu neutralisiren; Zusatz von Kalk und Asche wirkt daher auf solche Bodenarten vorzüglich wohlthätig.

Kohlenartiger oder verkohlter Humus.

§. 70. Der verkohlte Humus zeichnet sich durch eine der Kohle nahe kommende schwarze Farbe und beinahe völlige Unauflöslichkeit in kaltem Wasser aus; er besteht vorherrschend aus Humussäure, welche ihre Auflöslichkeit in Wasser verloren hat und zugleich nur sehr wenige in Wasser auflösliche humussaure Salze enthält. Nach dem oben Erwähnten kann diese Unauflöslichkeit im Winter durch Frost, im Sommer durch zu starkes Austrocknen veranlaßt werden. Fehlen dem Boden salzfähige Basen, so können sich dann auch durch Einwirkung von diesen keine auflöslichen Humussalze bilden. Dieser Humus findet sich vorzugsweise in Sumpf- und Torfgegenden, kann aber auch über Sand-, selbst über Mergel- und Kalkboden entstehen, wenn sich Feuchtigkeit, die nicht abfließen kann, zu sehr ansammelt, indem die Kalkerde die Bildung des kohlenartigen Humus nur so lange verhindern kann, als sie mit der Humussäure in unmittelbarer Berührung steht. Wir finden daher hier und da Torfmoore auf den verschiedensten Gebirgsformationen; im südlichen Deutschland finden sich deren einzelne selbst mitten im Jurakalk; mehrere liegen auf der an kohlensaurem Kalk reichen Molasse, in Norddeutschland auf Kreidelager.

Der Luft ausgesetzt, erleidet der kohlenartige Humus nur sehr langsam eine Zersetzung, wovon seine Unauflöslichkeit in Wasser vorzüglich die Ursache zu sein scheint; Alkalien lösen ihn mit beinahe schwarzer Farbe auf; äschert man solchen kohlenartigen Humus ein, so bleibt gewöhnlich vorherrschend Kieselerde zurück, der nur sehr wenige der übrigen im Ackerboden sich findenden Erden und Metalloxyde beigemengt sind; hier und da enthält er auch Gyps, phosphorsaure Kalkerde und etwas Kochsalz.

Er bildet sich unter den vorhin erwähnten Umständen vorzüglich durch Zersetzung der Ueberreste von Nadelhölzern, verschiedener Heidearten und vieler Sumpfpflanzen.

Auf die Vegetation zeigt sich der kohlenartige Humus im Allgemeinen sehr wenig günstig; gewöhnlich gedeihen in ihm nur solche Pflanzen gut, deren Zersetzung selbst kohlenartigen Humus bildet; außer den schon genannten Pflanzen wirkt er bei gehörig lockerem Erdreich vorzüglich auf viele Pflanzen günstig, welche in Neuholland und auf dem Cap der guten Hoffnung einheimisch sind, und in die Familien der Myrten, Heiden und Schneerosen gehören.

Harz- und wachshaltiger Humus.

§. 71. Die Humusarten enthalten hier und da etwas harz- oder wachsartige Stoffe, je nachdem sie sich aus Pflanzen bildeten, welche diese Stoffe enthielten; vorzüglich bilden sich durch Zersetzung

der Heidekrautarten (Erica vulgaris und tetralix) solche Humusarten, welche oft eine bedeutende Menge dieser Stoffe enthalten; Sprengel fand in solchen Humusarten selbst 10 bis 12 Procent wachs- und harzartiger Stoffe; auch Saussure fand in dem aus den Alpenrosen (Rhododendron ferrugineum) sich bildenden Humus harzartige Stoffe.

Der harzhaltige Humus bildet sich nicht nur in den tiefern Schichten der Torfmoore, sondern auch auf deren Oberfläche, zuweilen selbst an trocknen, dem Zutritt der Luft ausgesetzten Orten.

Im ausgetrockneten Zustand ist dieser Humus ziemlich hart, und erlangt, mit andern glatten Körpern gerieben, etwas Wachsglanz. Durch heißen Alkohol lassen sich die wachs- und harzartigen Stoffe ausziehen und auflösen, worauf sich beim Erkalten des Alkohols das Wachs und beim Zusatz von Wasser auch das Harz abscheidet. Kohlensaure und ätzende Alkalien lösen solchen Humus gleichfalls auf; Wasser allein löst aus solchem Humus weder Humussäure, noch humussaure Salze auf; Säuren entziehen ihm nur wenig Erden und Metalloxyde; bei der trocknen Destillation liefert er mehr brenzliches Oel, als die reine Humussäure; seine Asche enthält die schon beim kohlenartigen Humus erwähnten Stoffe.

Auf die Vegetation wirkt dieser Humus eben so wenig günstig, als der kohlenartige; seine wachsharzähnlichen Bestandtheile erschweren seine Auflöslichkeit und Zersetzung. Er wirkt im Allgemeinen dem kohlenartigen Humus ähnlich auf die Vegetation; unsere Culturpflanzen gedeihen gewöhnlich nur dann auf ihm, wenn seine Humussäure durch Zusatz von Kalk, Kali oder Ammoniak auflöslich gemacht wird; vorzüglich wohlthätig wirkt daher auf solche Böden Mergel, unausgelaugte Holzasche, Durchbrennen eines Theils des humusreichen harzhaltigen Bodens selbst, wodurch die harzhaltigen Theile am schnellsten zerstört werden, während sich dagegen eine kali- und kalkhaltige Asche bildet, welche auf die übrigen ungebrannten Humustheile auflösend wirkt.

Von Culturpflanzen gedeiht auf urbar gemachten, an harzhaltigem und kohlenartigem Humus reichen Böden anfangs noch am besten der Buchweizen (Polygonum Fagopyrum), welcher von diesem Vorkommen in Heidegegenden auch hier und da Heidekorn genannt wird, erst später Roggen und Hafer *).

a) Der harzhaltige und kohlenartige Humus wird im Allgemeinen oft auch überhaupt todter oder unauflöslicher Humus genannt.

Adstringirender Humus.

§. 72. Viele unserer Waldbäume enthalten vorzüglich in Rinden, Blättern und jüngern Zweigen Gerbestoff und Gallussäure; vorzüglich zeichnen sich dadurch die Eichenarten aus; häufen sich die Ueberreste solcher Bäume in dichten Wäldern durch das jährlich ab-

*) Sprengel, über den Ackerbau in den Mooren Hannovers, in den Möglinischen Annalen der Landwirthschaft, 19. Band, Seite 509, Jahrg. 1827.

fallende Laub an, oder kommen die Abfälle von Eichenholz, Loh und ähnlichen Stoffen in größerer Menge in ein Erdreich, ohne daß sie die in diesen vegetabilischen Stoffen enthaltenen Theile von Gerbestoff und Gallussäure durch Fäulniß und Verwesung zersetzen, so kann sich dadurch adstringirender Humus bilden, wobei sich auch freie Säure ansammeln kann, wenn keine neutralisirende Basis im Boden gegenwärtig ist; die Gegenwart dieser Stoffe kann leicht durch den etwas zusammenziehenden Geschmack und die bekannten Reagentien ausgemittelt werden; Gallussäure und Gerbestoff haben die Eigenschaft, Eisenauflösungen mit mehr oder weniger schwarzer Farbe zu fällen (§. 504. und 512. der Agriculturchemie); die Gallussäure wirkt zugleich röthend auf blaue Pflanzensäfte. — Bringt man Loh mit kohlensäuerlichem Kali in der Wärme zusammen, so erhält man künstlich solche adstringirende Humussäure, welche sich, wie die aus Torf dargestellte, in braunen Flocken abscheiden läßt, wenn das Kali durch Salzsäure oder Schwefelsäure neutralisirt wird. Sie unterscheidet sich von der aus Torf dargestellten durch eine etwas ins Rothbraune spielende Farbe, größere Auflöslichkeit in Wasser und Weingeist und größere wasserhaltende Kraft, wenn sie auch zuvor völlig ausgetrocknet wurde; ich fand ihr spec. Gewicht im trocknen Zustande = 1,411; beim Austrocknen ließen 100 Theile, im frischgefällten Zustande gewogen, 11,2 Theile trockne Humussäure zurück; im feinpulverisirten ausgetrockneten Zustande absorbirten 100 Theile aus feuchter Luft 30 Theile Wasser, mit Wasser völlig durchnäßt, nahmen 100 Theile 148 Theile Wasser auf; mit Eisenauflösungen bildete sie sogleich einen schwarzen, etwas in Bräunliche spielenden Niederschlag.

Wird adstringirende Humussäure in Verbindung mit andern Erden dem Zutritt der Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt; so zersetzt sie sich gewöhnlich bald, verliert ihre adstringirenden Eigenschaften, und geht, je nachdem dieses äußere Umstände begünstigen und im Erdreich selbst die nöthigen Basen vorhanden sind, in gewöhnlichen vegetabilischen neutralen, sauern oder verkohlten Humus über; er bildet in Verbindung mit kalkhaltigen Erden daher oft bald ein sehr fruchtbares Erdreich; solche humusreiche Walderden können oft sehr zur Verbesserung anderer Bodenarten benutzt werden; im südlichen Deutschland geschieht dieses nicht selten zur Verbesserung der Weinberge.

Thierischer Humus.

§. 73. Die bisher erwähnten Humusarten werden vorherrschend aus Pflanzenüberresten gebildet; sie sind gewöhnlich völlig geruchlos. Wesentlich verschieden ist davon der durch Zersetzung thierischer Theile, namentlich der thierischen Excremente, sich bildende Humus; er läßt sich am reichlichsten aus ausgegohrener Mistjauche oder aus altem, in speckigten Zustand übergegangenen Mist abscheiden, in welchem die Humussäure, an Ammoniak gebunden, vorhanden ist; setzt man einer solchen Mistjauche in ihrem zuvor filtrirten Zustande zur Neutralisirung des Ammoniaks Schwefelsäure zu, so

fällt die Humussäure in braunen Flocken zu Boden; wird der speckartige Mist auf ähnliche Art, wie der Torf, mit Ammoniak übergossen, nachdem sich durch bloßes Wasser nichts mehr aus ihm abscheiden ließ, so zieht dieses gleichfalls noch Humussäure aus, die sich jedoch schon mehr der vegetabilischen Humussäure nähert.

Im frischen Zustande unterscheidet sich diese thierische, aus Mistjauche erhaltene Humussäure von der vegetabilischen, aus Torf erhaltenen durch einen eignen, mehr ammoniakalisch scharfen Geruch, mehr ins Gelblichbraune spielende Farbe, größere Auflöslichkeit in Wasser und Alkohol, welche sie weder durch Frost, noch Austrocknen in dem hohen Grade, wie die aus Torf dargestellte Humussäure verliert, geringeres spec. Gewicht, welches ich im trocknen Zustande = 1,370 fand, größere wasserhaltende Kraft und größere Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Luft zu absorbiren, wenn sie auch zuvor völlig ausgetrocknet wurde; in der Wärme zersetzt sie sich leichter; sie entwickelt bei 50—60° R. einen stechend scharfen, zum Niesen reizenden Geruch, und verflüchtigt sich zum Theil, während sich auf ihrer Oberfläche einzelne feine nadelförmige Krystalle von salpetersaurem Ammoniak bilden.

Bei einer vergleichenden Untersuchung der wichtigern Eigenschaften der aus Torf, Loh und thierischer Mistjauche dargestellten Humussäure ergaben sich mir folgende Verschiedenheiten:

Eigenschaften	Humussäure aus		
	Torf	Loh	Mistjauche
Farbe im trocknen Zustande	pech-schwarz,	röthlich-schwarz,	gelblich-braun,
Farbe im aufgelösten Zustande	bräunlich-schwarz,	röthlich-braun,	gelblich-braun,
Geruch im trocknen Zustande	ohne Geruch,	ohne Geruch,	stechend scharf,
Specifisches Gewicht . . .	1,444,	1,411,	1,370,
100 Theile der frisch gefällten feuchten Humussäure enthalten an trockner Säure .	7,42 Theile,	11,20 Thle.,	8,75 Theile,
100 Theile der künstlich ausgetrockneten, fein pulverisirten Humussäure nehmen an Wasser auf	129 Theile,	148 Theile,	181 Theile,
100 Theile der trocknen Humussäure absorbiren im pulverisirten Zustande aus feuchter Luft	25,2 Theile,	30,1 Theile,	31,0 Theile,
in 1000 Theilen Wasser lösen sich in einer Temperatur von 40° R. auf	1,0 Theile,	6,1 Theile,	7,0 Theile,
in 1000 Theilen Alkohol lösen sich in derselben Temperatur auf	0,8 Theile,	9,0 Theile,	9,5 Theile,
Verhalten der im Wasser aufgelösten Humussäure in der Kälte durchs Gefrieren	fällt als ein unauflösliches Pulver nieder,	wird nur zum Theil ausgeschieden,	wird nur zum Theil ausgeschieden,
Verhalten der trocknen Humussäure in einer Temperatur von 50° R.	ohne Veränderung,	ohne Veränderung,	anfangende Zersetzung,
Farbe der Niederschläge mit Eisenauflösungen	braun,	schwarz,	gelblich-braun,
Farbe der Niederschläge mit essigsaurem Blei	braun,	röthlich-braun,	gelblich-braun.

Die zu diesen Versuchen angewandte thierische Humussäure war aus einer Mistjauche erhalten, welche durch Gährung der flüssigen und festen Excremente von Pferden und Kühen gebildet worden war.

Wir ersehen hieraus, daß die Humussäure, je nach den organischen Stoffen, aus welchen sie sich bildet, sehr verschieden ist;

höchst wahrscheinlich finden in dieser Beziehung nicht weniger Verschiedenheiten Statt, als dieses bei vielen andern organischen Producten der Fall ist; nähere Belege dafür gaben die verschiedenen Arten von Essig, Weingeist, fetten und ätherischen Oelen und vieler andern nähern Pflanzensubstanzen, ob diesen gleich immer etwas Gemeinschaftliches zukommt, wodurch wir sie sogleich als Essig, Weingeist, Oele u. s. w. erkennen; so zeigen sie doch, je nach ihrer Entstehungsart, so viele Verschiedenheiten, daß bei ihrer Anwendung, als Nahrungsmittel, es von großer Wichtigkeit ist, hierauf Rücksicht zu nehmen; dasselbe scheint bei der Humussäure Statt zu finden, worauf wir schon oben §. 65. aufmerksam machten; die §. 55. erwähnten stark düngenden Wirkungen des humussauren Ammoniaks werden sich vorzüglich nur dann in diesem hohen Grade zeigen, wenn die an das Ammoniak gebundene Humussäure aus zersetzten thierischen Theilen gebildet wurde; in weit geringerem Grade dagegen bei humussaurem Ammoniak, dessen Humussäure aus Torf abgeschieden wurde.

Die in Cultur stehenden Ackererden enthalten gewöhnlich ein Gemisch von thierischem und vegetabilischem Humus; auch die Mistjauche selbst ist schon ein Gemisch von beiden, indem in den Excrementen unserer Hausthiere immer viele unvollkommen zersetzte Pflanzenüberreste enthalten sind, welche sich bei der Gährung des Mistes in dem sich bildenden Ammoniak zum Theil auflösen.

Eigentliche Salze und andere zufällige Gemengtheile des Bodens.

§. 74. Nicht selten kommen im Boden noch sehr verschiedenartige andere, mehr oder weniger veränderliche Bestandtheile des Bodens vor, welche jedoch auch nicht selten ganz darin fehlen, und daher nicht zu den wesentlichen oder Grundbestandtheilen des Bodens gerechnet werden können, ob ihre Gegenwart gleich vorzüglich für die vollkommene Ausbildung gewisser Arten und Familien von Pflanzen von großer Wichtigkeit ist; es gehören dahin mehrere, hie und da unabhängig von dem Humus im Boden vorkommende, im Wasser auflösliche Salze, und verschiedene zum Theil im Wasser unauflösliche Verbindungen einzelner Erden und Metalle mit Säuren. Wir werden hier nur die in landwirthschaftlicher Beziehung wichtigern, sich weniger selten im Boden findenden hier etwas näher betrachten, indem sich als Seltenheit noch die verschiedensten andern Stoffe im Erdreich finden können.

1) Gyps oder schwefelsaure Kalkerde.

§. 75. Der Gyps findet sich nicht selten in den jüngern Gebirgsformationen, auf welchen die zum Landbau dienenden Erdschichten oft unmittelbar aufliegen; er kann daher auch leicht in die Gemengtheile der Ackererden selbst übergehen; unter gewissen Umständen kann er sich auch selbst im Boden bilden, wenn z. B. leicht verwitternde Schwefelkiese und kohlensaurer Kalk zugleich in ein Erdreich

kommen; das Schwefeleisen verwandelt sich in diesem Fall durch Absorption von Sauerstoff in schwefelsaures Eisenoxydul, welches dann durch den kohlensauren Kalk zerlegt wird; auch durch seine Anwendung als Düngungsmittel kann es sich dem Boden beimischen.

In der Natur findet er sich am häufigsten als gewöhnlicher wasserhaltiger Gyps, aus 33 Procent Kalkerde, 46 Proc. Schwefelsäure und 21 Proc. Wasser bestehend; seltner als wasserloser Gyps oder Anhydrit, in welchem bei demselben Verhältniß der Schwefelsäure zur Kalkerde die 21 Procent Wasser fehlen; beide lassen sich leicht durch ihr verschiedenes Gewicht unterscheiden: der gewöhnliche Gyps hat ein spec. Gewicht von 2,24 bis 2,40, je nachdem ihm mehr oder weniger Thontheilchen beigemengt sind; der Anhydrit dagegen ist immer weit schwerer, sein Gewicht wechselt von 2,75 bis 3,00. — Für die Vegetation scheint es nicht gleichgültig zu sein, welche Art von Gyps einem Erdreich beigemengt wird, indem seine Auflöslichkeit in Wasser, je nach seinen verschiedenen Formen, sehr verschieden ist; der dichtere Anhydrit löst sich in Wasser am langsamsten auf; er fordert zur Auflösung 800 Theile Wasser, während der gewöhnliche Gyps dagegen 450 und unter begünstigenden Umständen selbst nur 250—300 Theile Wasser zur Auflösung erfordert; noch in größerer Menge auflöslich zeigt er sich, wenn das zu seiner Auflösung dienende Wasser etwas freie Säuren oder einzelne andere leicht auflösliche Salze enthält, oder unter großem hydrostatischen Druck auf ihn einwirkt; in den gesättigten Salzsoolen zu Friedrichshall am Neckar findet sich schon in 175 Theilen der Auflösung ein Theil Gyps.

Der Gyps erfordert beim Brennen eine weit geringere Hitze, als der kohlensaure Kalk, indem beim Brennen des Gypses nur die Verflüchtigung des Krystallisationswassers nöthig ist; wird zu starke Hitze angewandt, so erleidet er eine anfangende Schmelzung (Verglasung); er heißt nun todt gebrannt. Ist er gehörig gleichförmig durchgebrannt, so vermindert sich dadurch sehr seine Festigkeit, er läßt sich nun weit leichter und gleichförmiger pulverisiren, als im ungebrannten Zustand; wahrscheinlich befördert diese feinere Vertheilung auch seine Zersetzung, weßwegen es auch wirklich in vielen Gegenden vorgezogen wird, ihn im gebrannten, als ungebrannten Zustand auf die Felder auszustreuen. — Wird er in seinem frisch gebrannten pulverisirten Zustand mit Wasser befeuchtet, so bindet er sein verlornes Krystallisationswasser wieder und erhärtet schnell; diese Eigenschaft eignet ihn daher zu verschiedenen technischen Anwendungen. Wird Gyps mit kohlenhaltigen Substanzen geglüht, so zersetzt er sich, indem sich der Sauerstoff seiner Schwefelsäure in Verbindung mit Kohlenstoff als Kohlensäure verflüchtigt, und der Schwefel an den Kalk gebunden, als Schwefelcalcium zurückbleibt.

Wirkung des Gypses auf die Vegetation.

§. 76. Der Gyps wird längst zur Beförderung der Vegetation als künstliches Düngungsmittel angewandt, vorzüglich wirksam

zeigt er sich auf gewisse Pflanzen, namentlich aus der Familie der Hülsenfrüchte; seine wohlthätige Wirkung auf Klee und verwandte Pflanzen ist durch viele Beobachtungen erwiesen. Ueber die Art seiner Wirkung sind jedoch die Ansichten der Naturforscher noch getheilt. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß er blos durch seine physischen Eigenschaften wirksam sei, indem er schon wohlthätige Wirkungen zeigt, wenn er auch nur in so geringer Menge auf die Oberfläche der Pflanzen gestreut wird, daß dadurch die physischen Eigenschaften des Erdreichs noch keine Aenderungen erleiden können, da ohnehin die physischen Eigenschaften des erdigen Gypses, mit denen anderer lockerer Erden sehr viele Aehnlichkeit haben, und zum Theil mit diesen ganz überein kommen. Weit wahrscheinlicher ist es, daß der Gyps mehr auf chemische Art auf die Pflanzen einwirkt; er scheint theils unmittelbar als ein Reizmittel, wie mehrere andere Salze, das Wachsthum der Pflanzen zu befördern, wobei es ein wichtiger Umstand für die wohlthätige Wirkung des Gypses ist, daß er sich nur in sehr geringer Menge in Wasser auflöst, wodurch er weit weniger leicht durch Ueberreizung oder zu häufiges Uebergeben in die Pflanzen überhaupt schädlich auf diese wirken kann, als dieses so leicht bei andern im Wasser leichter auflöslichen Salzen der Fall ist; theils scheint er auch wirklich in die Pflanzen als Nahrungsmittel überzugehen; auch mehrere andere schwefelsaure Salze zeigen ähnliche wohlthätige Wirkungen, welches zugleich wahrscheinlich macht, daß vorzüglich in der Schwefelsäure des Gypses sein wirksamster Bestandtheil zu suchen sein wird. Vorzüglich spricht für diese Ansicht, daß sich auch wirklich in den nähern Bestandtheilen vieler Pflanzen etwas Schwefel und schwefelsaure Salze finden. Bischoff erhielt bei der trockenen Destillation der meisten Getreidearten und Hülsenfrüchte, der Wurzeln vom Löwenzahn, der Cichorien, Quecken und vieler anderer Pflanzen, etwas Schwefelwasserstoffgas *); Stange fand Schwefel in den Zwiebeln und bittern Mandeln; Garot entdeckte im Senfsamen eine eigenthümliche Verbindung des Schwefels mit Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff, welche in neuern Zeiten Schwefelsenfsäure genannt wurde. — Nicht unwahrscheinlich ist es, daß der im Humus des Bodens enthaltene Kohlenstoff diesen Zersetzungsproceß der schwefelsauren Salze einleitet; auch läßt sich nach Vogels neuern Versuchen, künstlich durch Zersetzung des Gypses Schwefelwasserstoffgas bilden, wenn dieser längere Zeit von der Luft abgeschlossen, mit organischen Stoffen in innige Berührung gebracht wird.

2) Phosphorsaure Kalkerde.

§. 77. Die phosphorsaure Kalkerde findet sich zwar nur selten als Gemengtheil der den Ackererden unterliegenden Gebirgsarten; desto häufiger bildet sie einen Bestandtheil der organischen Körper, durch deren Zersetzung sie in den Boden gelangen kann; sie bildet

*) Baumgärtners und Ettingshausens Zeitschrift für Physik und Math. 1827. Wien S. 157.

den vorherrschenden Bestandtheil des Knochengerüsts der höhern Thiere; auch in den meisten übrigen thierischen Stoffen findet sie sich in geringer Menge; sie findet sich in der Asche vieler Pflanzen, namentlich in den Aschen der Getreidearten; vorzüglich reich an phosphorsauren Salzen sind die Aschen der Torfarten.

Im reinen Zustand ist die phosphorsaure Kalkerde in Wasser völlig unauflöslich; sie löst sich aber in verschiedenen Säuren, insbesondere in Salzsäure und Salpetersäure, und nach Sprengels Versuchen, auch in Humussäure auf, durch welche sie vorzüglich in die Wurzeln der Pflanzen übergeführt zu werden scheint.

Ihr häufiges Vorkommen in den Aschen vieler Pflanzen und in vielen thierischen Düngerarten macht es wahrscheinlich, daß sie als Gemengtheil des Bodens für die vollkommene Ausbildung vieler Pflanzen von großer Wichtigkeit ist. Es dürfte sich vorzüglich hieraus erklären, warum auch selbst ausgeglühte Knochen, als Düngungsmittel angewandt, noch wohlthätige Wirkungen haben.

3) Salzsaure Kalkerde, (Chlorcalcium).

§. 78. Chlorcalcium, sonst salzsaure Kalkerde scheint nur sehr selten als Bestandtheil des Bodens vorzukommen; in geringer Menge findet sie sich in manchen Quellwassern, häufiger in Mineralwassern und Salzsoolen, auch im Gyps findet sie sich zuweilen. Sie ist in Wasser sehr leicht auflöslich; sie bildet ein schon an der Luft zerfließliches Salz von etwas scharfem, stechend bitterm Geschmack; dessen Gegenwart in einer Ackererde läßt sich daher leicht durch diese Auflöslichkeit in Wasser und die bekannten Reagentien auf Kalkerde und Salzsäure entdecken.

Wirkung auf die Vegetation.

§. 79. Man rühmte dieses Salz in neuern Zeiten als ein äußerst wirksames Düngungsmittel *); Sonnenblumen sollen dadurch die Höhe von 14—15 Schuhen, und einzelne Kartoffeln ein Gewicht von mehreren Pfunden erreicht haben, wenn das Feld mit einer Auflösung dieses Salzes einigemal begossen wurde, welche in 60 Theilen Wasser einen Theil dieses Salzes enthielt und die Samen zuvor damit benetzt wurden. Ich konnte bei Versuchen, welche ich hierüber im südlichen Deutschland auf übrigens fruchtbaren Garten- und Ackererden anstellte, welche keine anderen organischen Salze enthielten, nichts von diesen ausgezeichneten Wirkungen bemerken; auch neuere bei Berlin angestellte Versuche gaben kein günstigeres Resultat **). Geschieht das Begießen mit solchen Salzauflösungen nur etwas zu häufig, so sammelt sich das Salz bei trockner Witterung in solchem Erdreich leicht zu sehr an, wodurch die Pflanzen leicht erkranken und absterben; mehrere Versuche zeigten mir, daß

---

*) Annales de chimie et de physique. 1824. pag. 214.

**) Verhandlungen zur Beförderung des Gartenbaues in Preußen. 2ter Bd. S. 159. Berlin, 1826.

schon eine Beimengung von 1 Proc. salzsaurer Kalkerde zu übrigens fruchtbaren Bodenarten die Vegetation von Getreidearten und Schotengewächsen völlig zerstörte; bei ½ Proc. Salzbeimengung erhielten die Pflanzen schon ein kränkliches Aussehen; auch bei ¼ Proc. war dieses noch etwas bemerkbar; erst bei von 0,15 Proc. salzsaurer Kalkerde oder Chlorcalcium ließen sich diese schädlichen Wirkungen nicht mehr bemerken. Nach Sprengel wird dieses Salz durch Humussäure und humussaure Alkalien zerlegt, wodurch im erstern Fall Salzsäure frei werden und diese schädlichen Wirkungen auf die Vegetation veranlassen könnte; ich beobachtete jedoch diese schädlichen Wirkungen auch bei kalkhaltigen Bodenarten, in welchen sich keine freie Salzsäure im Boden bilden konnte; wahrscheinlicher ist es, daß dieses Salz leicht an sich, durch Ueberreizung schädlich auf die Vegetation wirkt.

Die Gegenwart dieses Salzes in einer Ackererde verdient daher alle Aufmerksamkeit, indem eine etwas zu große Menge leicht schädlich auf die Vegetation wirken kann, während eine sehr geringe Menge desselben unter gewissen Umständen den Pflanzen als ein wohlthätiges Reizmittel nützlich werden kann; noch verdient es erst durch weitere Versuche ausgemittelt zu werden, unter welchen Umständen die oben erwähnten so günstigen Wirkungen eintreten.

4) Salpetersaure Kalkerde.

§. 80. Die Salpetersäure bildet sich bekanntlich häufig, wenn thierische Ueberreste, unter feuchten Umgebungen, von Erden bedeckt in Fäulniß übergehen; findet sich in einem solchen Erdreich zugleich Kalkerde, so ist die Bildung dieses Salzes eingeleitet; wir finden es so häufig im Untergrund von Viehställen und an alten Mauern sich bilden, welche mit thierischen Abfällen durchdrungen sind; künstlich wird dieses Salz auf diese Art in den Salpeterplantagen erzeugt; aus demselben Grunde findet es sich auch zuweilen in dem Brunnenwasser, dessen Röhrenleitungen in der Nähe von Viehställen und Düngerbehältnissen liegen. In einigen Gegenden Brasiliens findet sich dieses Salz auch in sehr ausgebreiteten Mergellagen *); in geringer Menge findet es sich nach Liebig auch nicht selten in dem während Gewittern fallenden Regenwasser **); es kann daher auf sehr verschiedene Art in den Boden kommen.

Der salpetersaure Kalk bildet im reinen Zustand ein leicht zerfließliches Salz von scharfem Geschmack (§. 396. der Agriculturchemie), das sich schon in 4 Theilen Wasser auflöst; durch Humussäure, kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure und humussaure Alkalien wird es zersetzt.

---

*) Reise in Brasilien von Spix und Martius. München 1828 2ter Band S. 512 u. 541.

**) Berzelius, Jahresbericht 8ter Jahrgang, übersetzt von Wöhler. Tübingen 1829. S. 233.

Wirkung auf die Vegetation.

§. 81. Viele Pflanzen enthalten in ihren Säften eine geringe Menge von salpetersauren Salzen, unter welchen namentlich die salpetersaure Kalkerde häufig vorkommt; sie finden sich vorzüglich in vielen kreuzblüthigen Pflanzen, in den Blättern von Mohn, Boragen, Brennnesseln, Sonnenblumen, Dill, Schafgarben, in den Wurzeln mehrerer Beta-Arten und verschiedener anderer Pflanzen. Es wird hieraus wahrscheinlich, daß dieses Salz auf die Entwicklung vieler Pflanzen wohlthätig wirkt; wobei es vorzüglich zur Bildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen vieles beitragen kann; auch zeigen sich Düngungsmittel, welche dieses Salz enthalten, gewöhnlich sehr wirksam; die Abfälle der Salpeterplantagen werden längst zu diesem Zweck benutzt.

Dieses Salz muß jedoch gleichfalls im gehörig verdünnten Zustand angewandt werden, wenn es wohlthätig wirken soll; eine Auflösung dieses Salzes, welche in 48 Theilen Wasser einen Theil salpetersaure Kalkerde enthielt, zeigte mir schon schädliche Wirkungen.

5) Flußsaure Kalkerde, (Fluorcalcium).

§. 82. Die flußsaure Kalkerde bildet den gewöhnlichen Flußspath; auch in einzelnen Glimmerarten findet sie sich in geringer Menge, so wie in den Knochen und Zähnen; sie kann daher durch Verwitterung dieser Stoffe leicht in den Boden kommen.

Im reinen Zustand bildet sie ein in Wasser unauflösliches erdiges Pulver, welches sich in seinen physischen Eigenschaften sehr dem Quarzsand nähert, und sich gegen die Vegetation als ein indifferenter Körper zu verhalten scheint; in einer Gartenerde, welcher ich 37 Proc. flußsaure Kalkerde zugesetzt hatte, entwickelten sich mir Getreidearten und Hülsenfrüchte, wie in andern Erden von gleichen physischen Eigenschaften.

6) Schwefelsaure Thonerde.

§. 83. Die schwefelsaure Thonerde bildet nur selten einen Bestandtheil des Bodens; sie findet sich zuweilen in der Nähe von Schwefelkieslagern und Alaunschiefern, durch deren Verwitterung der Schwefel des Schwefelkieses in Schwefelsäure übergeht, welche sich dann leicht mit der Thonerde des Erdreichs, vorzüglich wenn zugleich etwas höhere Temperatur einwirkt, zu diesem Salz verbindet; auch in den Thonlagern des Untergrunds sumpfiger Gegenden findet sie sich zuweilen; häufiger bildet sie sich in vulcanischen Gegenden.

Sie ist in Wasser leicht auflöslich, durch einen süßlich zusammenziehenden alaunartigen Geschmack ausgezeichnet; sie zersetzt sich leicht durch mehrere der übrigen Gemengtheile des Bodens, welches vorzüglich zu ihrem seltnern Vorkommen im Boden beitragen muß, sie wird namentlich durch die meisten kohlensauren und humussauren Erden und Alkalien, so wie auch durch die Humussäure selbst zerlegt.

Wirkung auf die Vegetation.

§. 84. Im Allgemeinen kann sie nicht zu den wohlthätigen Bestandtheilen des Bodens gerechnet werden, indem sie bei etwas zu großer Menge leicht alle Vegetation tödtet und auch die Salze, welche sich durch ihre Zersetzung im Boden bilden, leicht wieder schädlich wirken können. Wird die Zersetzung durch kohlensaure und humussaure Alkalien veranlaßt, so bilden sich auflösliche schwefelsaure Salze, die in einiger Menge leicht der Vegetation schädlich werden können. Bei einer Zersetzung durch Humussäure könnte selbst Schwefelsäure frei werden, die auf die Vegetation nur schädlich wirken könnte, wenn das Erdreich keine Basis enthalten sollte, durch welche die Schwefelsäure wieder neutralisirt würde. Kohlensaurer Kalk in hinreichender Menge wird ein solches Erdreich noch am sichersten verbessern, indem sich dadurch Gyps bildet, der gewöhnlich wohlthätig wirkt.

7) Phosphorsaure Thonerde.

§. 85. Die phosphorsaure Thonerde kann nur in solchen Böden vorkommen, welche sehr arm an kohlensaurer Kalkerde, Bittererde oder Alkalien sind. Enthält ein Boden letztere Stoffe, so zerlegt sich dieses Salz sogleich in phosphorsaure Kalkerde, oder andere phosphorsaure Salze.

Im reinen neutralen Zustand bildet sie ein weißes geschmackloses, in Wasser unauflösliches Pulver, welches nach Sprengel in Humussäure gleichfalls etwas auflöslich ist und daher durch deren Vermittlung in die Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann, ob sie gleich in dieser Säure schwerer auflöslich ist, als die phosphorsaure Kalkerde. Da sich letzteres Salz so häufig in der Asche der Pflanzen findet, so dürfte für phosphorsaure Thonerde haltige Böden eine Kalkdüngung immer zweckmäßig sein, wodurch sich phosphorsaure Kalkerde bilden kann.

8) Schwefelsaure Bittererde, Bittersalz.

§. 86. Die schwefelsaure Bittererde findet sich nicht selten in Mineralquellen; auch in salzhaltigen Gebirgsarten und Ackererden wurde sie schon in geringer Menge gefunden; sie bildet ein in Wasser leicht auflösliches bittersalzig schmeckendes Salz (§. 384. der Agriculturchemie), welches schon durch kohlensaure und humussaure Kalkerde und Alkalien überhaupt zersetzt wird, daher es sich nur selten in gemischten Ackererden finden kann.

Wirkung auf die Vegetation.

§. 87. Das Bittersalz scheint dem Gyps ähnlich auf die Vegetation zu wirken und auch in etwas größerer Menge leichter von den Pflanzen ertragen zu werden, als verschiedene andere Salze; wie

dieses überhaupt bei mehreren schwefelsauren Salzen der Fall ist *), ob es gleich durch seine größere Auflöslichkeit in Wasser wichtig, als Gyps, schädlich wirken kann. Sprengel fand es auf rothen Klee sehr wohlthätig wirkend; Wiegmann wandte selbst eine Auflösung dieses Salzes, welche in 15 Theilen Wasser einen Theil desselben enthielt, mit gutem Erfolg zum Begießen einer Salatpflanze an, obgleich ein Thlaspi bursa pastoris durch diese starke Salzauflösung abstarb **); eine Auflösung dieses Salzes von 1 Theil in 100 Theilen Wasser zeigte mir auf die Entwicklung von Hafer und Kresse noch keine schädliche Wirkung.

9) Salzsaure Bittererde, (Chlortalcium).

§. 88. Die salzsaure Bittererde findet sich gleichfalls hie und da in Mineralwassern, in Salzsoolen und als Gemengtheil einzelner Gypsarten, am häufigsten findet sie sich in Bodenarten in der Nähe der Meere. — Sie bildet ein an der Luft leicht zerfließliches bittersalzig schmeckendes Salz, welches sich in manchen Beziehungen der salzsauren Kalkerde (Chlorcalcium) ähnlich verhält. Es scheint vorzüglich für das Gedeihen der an den Ufern der Meere wachsenden Salzpflanzen, der Salicornia herbacea, Glaux maritima und verschiedener Salsola-Arten günstig zu wirken, deren Aschen gleichfalls dieses Salz enthalten; es wird durch Kalkerde und andere Alkalien leicht zerlegt, daher es sich nur selten in gemischten Ackererden findet.

10) Kohlensaure und schwefelsaure Baryterde.

§. 89. Die Schwer- oder Baryterde findet sich in Verbindung mit Kohlensäure im Witherit, in Verbindung mit Schwefelsäure im Schwerspath; beide Fossilien finden sich hier und da in Gebirgsarten, der letztere namentlich in Gängen des Urgebirgs, im bunten Sandstein und in der Keuperformation; in der letztern nicht selten in den Mergeln dieser Formation, durch deren Verwitterung er daher hier und da in den Boden kommen kann.

Beide Verbindungen der Baryterde bilden im Wasser unauflösliche erdige Pulver, welche sich in ihren physischen Eigenschaften dem Sand ähnlich verhalten und daher mehr indifferent auf die Vegetation wirken. — Bei einigen in dieser Beziehung angestellten Versuchen, wo ich kohlensaure und schwefelsaure Schwererde zu 30—40 Proc. einer fruchtbaren Gartenerde zugesetzt hatte, konnte ich keinen Einfluß auf die Vegetation bemerken, sie verhielten sich wie andere unauflösliche erdige Pulver. Die in Wasser auflöslichen Barytsalze wirkten dagegen schädlich auf die Vegetation, sobald sie nicht sehr verdünnt angewandt wurden; ein Theil salzsaure oder salpetersaure Baryterde in 48 Theilen Wasser aufgelöst, wirkte nachtheilig.

*) Siehe die unter meiner Leitung bearbeitete Dissertation: Untersuchungen über die Einwirkungen verschiedener Stoffe auf das Leben der Pflanzen v. Dr. Zeller. Tübingen 1826. S. 43.

**) Wiegmann über das Einsaugungsvermögen der Wurzeln. Marburg 1828. S. 17.

11) Kohlensaures Kali.

§. 90. Das Kali bildet einen Bestandtheil vieler Gebirgsarten, es findet sich im Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Chlorit, Schörl, Basalt, Natrolith und vielen andern; es findet sich in der Asche der Vegetabilien und in vielen Ueberresten von Thieren und Pflanzen, wodurch der Boden mit jedem Dünger etwas Kali mitgetheilt erhält. — Seine leichte Auflöslichkeit in Wasser und große Neigung, sich mit den, im Boden sich etwa findenden, Säuren zu leicht auflöslichen Salzen zu verbinden, welche von den Wurzeln der Pflanzen leicht absorbirt, oder durch Regen wieder ausgespült werden können, scheint die Ursache zu sein, daß es sich gewöhnlich nur in geringer Menge im Boden findet und nicht selten namentlich in unfruchtbaren Böden auch ganz fehlt. Enthält ein Boden keine andern Säuren, so findet das Kali wenigstens leicht Kohlensäure, welche sich schon bei der Fäulniß so vieler Stoffe entwickelt und in geringer Menge in jeder atmosphärischen Luft findet. — Das basisch kohlensaure Kali, wie es sich gewöhnlich durch Absorption der Kohlensäure der atmosphärischen Luft bildet, zieht aus der Luft sehr leicht Feuchtigkeit an, wodurch es bald ganz zerfließt; es ist zugleich durch einen milden laugenartigen Geschmack ausgezeichnet (§. 317 und §. 373. der Agriculturchemie).

Wirkung auf die Vegetation.

§. 91. Da Kali ein so wesentlicher Bestandtheil der Asche der Pflanzen ist und sich so allgemein in diesen findet, so läßt sich nicht zweifeln, daß seine Gegenwart für die vollkommene Ausbildung derselben von großer Wichtigkeit ist. — Außer dem, daß es als Nahrungsmittel selbst in die Pflanzen übergeht, scheint es vorzüglich dadurch für die Vegetation wohlthätig zu wirken, daß es die im Boden enthaltenen schwerauflöslichen Humustheile auflöslich macht und namentlich mit der an die Erden des Bodens nicht selten enger gebundenen Humussäure ein leicht auflösliches Salz bildet, welches leicht von den Pflanzen absorbirt wird, woraus sich vorzüglich die wohlthätige Wirkung der Düngung mit Holzasche zu erklären scheint. Im reinen Zustand darf jedoch auch dieses Salz nur in sehr verdünntem Zustand angewandt werden, wenn es nicht schädlich wirken soll; eine Auflösung, welche in 100 Theilen Wasser nur 1 Theil kohlensäuerliches Kali enthielt, zeigte mir schon schädliche Wirkungen, welche jedoch bei einer Verdünnung mit 300 Theilen Wasser nicht mehr eintraten.

12) Salpetersaures Kali, Salpeter.

§. 92. Das salpetersaure Kali bildet sich gewöhnlich unter ähnlichen Verhältnissen, wie die salpetersaure Kalkerde (§. 80); es wittert gleichfalls zuweilen an der Oberfläche von Mauern und Erdschichten aus, in welchen stickstoffhaltige organische Ueberreste in feuchten Umgebungen, bei hinreichendem Luftzutritt in Fäulniß übergehen; im reinen Zustand krystallisirt es in 6seitigen Säulen, welche sich in

Wasser leicht auflösen; die Auflösung ist durch kühlend salzigen Geschmack ausgezeichnet (§. [illegible] der Agriculturchemie).

Wirkung auf die Vegetation.

§. 93. Es ist durch viele Beobachtungen außer Zweifel gesetzt, daß der Salpeter wohlthätig auf die Vegetation wirkt, wenn er in dem gehörigen Verhältniß angewandt wird, sowohl der Stickstoff, als Kaligehalt dieses Salzes, kann den Pflanzen zur Bildung ihrer wichtigsten nähern Bestandtheile dienen; auch von ihm dürfen jedoch nur sehr verdünnte Auflösungen angewandt werden; Auflösungen, welche $\frac{1}{100}$ Salpeter enthielten, zeigten mir schon schädliche Wirkungen; Auflösungen, welche nur $\frac{1}{300}$ Salpeter enthielten, zeigten sich dagegen wohlthätig.

13) Salzsaures Kali, Digestivsalz, (Chlorkalium).

§. 94. Das salzsaure Kali findet sich zuweilen in Quellen und jüngern Mergelarten; Vogel fand es in einigen sehr fruchtbaren Erdarten Brasiliens; auch im Urin und in den Abfällen der Salpeterplantagen und Seifensieder findet es sich. Es ist in Wasser leicht auflöslich und nähert sich in mehreren seiner Verhältnisse sehr dem Kochsalz; es hat einen salzigstechenden, etwas bitterlichen Geschmack (§. 422 der Agriculturchemie).

Es scheint dem Kochsalz ähnlich in geringer Menge wohlthätig, in größerer schädlich auf die Vegetation zu wirken; Davy fand eine Auflösung, welche $\frac{1}{30}$ des Salzes enthielt, schädlich wirkend, welches dagegen bei einem Salzgehalt von $\frac{1}{300}$ der Auflösung nicht mehr der Fall war.

14) Schwefelsaures Kali.

§. 95. Dieses Salz kann sich im Boden erzeugen, wenn sich in einem Erdreich durch irgend eine der oben §. 83 angeführten Veranlassungen Schwefelsäure bildet, während zugleich Kali vorhanden ist; Sprengel fand es nicht selten in fruchtbaren Bodenarten. Auf die Vegetation scheint es dem Gyps und Bittersalz ähnlich zu wirken und deren Stelle vertreten zu können.

15) Kohlensaures Natron.

§. 96. Das Natron findet sich in verschiedenen Gebirgsarten, im Basalt, Phonolith, Natrolith, Zeolith und mehreren andern, durch deren Verwitterung es in den Boden kommen kann; auch in Mineralwassern, vorzüglich basaltischer und vulkanischer Gegenden, findet es sich nicht selten; es bildet sich zuweilen in den obersten Erdschichten, wie es scheint, durch wechselseitige Zerlegung des Kochsalzes und der kohlensauren Kalkerde; es geschieht dieses in einigen Gegenden in solcher Menge, daß es aus dem Boden auswittert und im Großen gewonnen wird; Ungarn, Aegypten und verschiedene Gegenden Asiens besitzen Natronseen, aus welchen es regelmäßig gewonnen wird; in der Asche vieler an den Ufern der Meere wachsen-

den Pflanzen findet es sich in bedeutender Menge; in mehreren thierischen Flüssigkeiten ist es immer vorhanden.

Wirkung auf die Vegetation.

§. 97. Es hat im Allgemeinen dem Kali ähnliche Wirkungen; es neutralisirt die etwa im Boden sich findenden freien Säuren und bildet mit diesen größtentheils leicht auflösliche Salze; es macht, wie das Kali, die Humustheile des Bodens leichter auflöslich, wodurch es die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht; es scheint auch mehreren vorzüglich an den Küsten der Weltmeere wachsenden Pflanzen wirklich als Nahrungsmittel zu dienen, indem es sich in ihrer Asche in bedeutender Menge findet.

16) Salzsaures Natron (Chlornatrium), Kochsalz.

§. 98. Das Kochsalz gehört zu den verbreitetsten Salzen in der Natur; es findet sich im Meerwasser, im Steinsalz, in vielen Mineralquellen, in den Salzsoolen, in vielen Nahrungsmitteln der Thiere und Pflanzen, so wie in den thierischen Säften; zuweilen findet es sich auch in sehr geringer Menge im Regenwasser; es kann daher auf sehr verschiedenem Wege in den Boden kommen.

Wirkungen auf die Vegetation.

§. 99. Das Kochsalz wird längst in verschiedenen Gegenden mit gutem Erfolg als Düngungsmittel benutzt; nur ist auch hier, wie bei allen leicht löslichen Salzen, das gehörige Verhältniß, in welchem es angewandt werden darf, sehr zu berücksichtigen; wird dem Boden zu viel davon mitgetheilt, so ist Unfruchtbarkeit die Folge davon. Auflösungen, welche in 50 Theilen Wasser 1 Theil Kochsalz enthielten, zeigten mir schädliche Wirkungen, während dieses bei Auflösungen, welche um das Doppelte verdünnt waren (nur $\frac{1}{100}$ Salz enthielten), nicht mehr der Fall war. Bei gewöhnlicher fruchtbarer Gartenerde zeigte mir eine Salzbeimengung von 1 bis $1\frac{1}{4}$ Proc. schon auf die meisten Pflanzen schädliche Wirkungen; erst bei 0,2 oder $\frac{1}{5}$ Proc. Salzbeimengung hörte die schädliche Wirkung auf; Leuchs beobachtete wohlthätige Wirkungen, als er einem Erdreich $\frac{1}{2767}$ oder nur 0,036 Proc. Kochsalz zugesetzt hatte *). — Manche Düngsalze und sogenannte Hallerden, welche in den Umgebungen von Salinen mit dem besten Erfolg längst zur Düngung der Felder benutzt werden, scheinen vorzüglich durch die gleichförmigere feinere Vertheilung des in ihnen enthaltenen Kochsalzes wohlthätiger, als reines Kochsalz zu wirken, bei trockner Witterung kann dadurch das Kochsalz weniger leicht auf einzelne Stellen durch Ueberreizung schädlich wirken.

Unter den Pflanzen selbst findet übrigens eine große Verschiedenheit Statt; viele an den Küsten der Meere wachsende Pflanzen ertragen ein an Kochsalz weit reicheres Erdreich und verlangen die-

---

*) Leuchs Düngerlehre, Nürnberg 1825. S. 206.

sie selbst zu ihrer vollkommensten Ausbildung, während andere Landpflanzen in solchen salzreichen Bodenarten absterben.

17) Schwefelsaures Natron; Glaubersalz.

§. 100. Das Glaubersalz findet sich nicht selten in Mineralwassern; es bildet sich leicht in der Nähe von Alaun und Vitriolschiefern; auch in Gegenden, welche reich an Gyps und Steinsalz sind, ist es hier und da den Erdschichten beigemischt, wobei es aus diesen oft als ein weißes Pulver auswittert; es hat einen etwas kühlend bittersalzigen Geschmack, löst sich leicht in Wasser auf, und krystallisirt in 4seitigen Säulen, welche schon an der Luft durch Verflüchtigung des Krystallisationswassers zerfallen, wodurch sie sich sehr vom Bittersalz auszeichnen (§. 384. der Agriculturchemie).

Wirkung auf die Vegetation.

§. 101. Es scheint, wie die übrigen schwefelsauren Salze, wohlthätig auf die Vegetation zu wirken und von den Pflanzen in verhältnißmäßig größerer Menge leichter ertragen zu werden, als mehrere andere Salze. In den Umgebungen von Freiberg wird es im Großen auf Getreidefeldern mit dem besten Erfolg angewandt; auch auf Obstbäume zeigt es sich wohlthätig. Lampadius streute um neu eingesetzte Obstbäume in einer Entfernung von ungefähr 1 Fuß um jeden 5 Pfund dieses Salzes, und wiederholte dies 2 Jahre nachher noch einmal; nach einigen Jahren zeichneten sich diese mit Glaubersalz gedüngten Obstbäume um ⅓ besser gegen die übrigen aus, wobei sich zugleich auf diesen mit Glaubersalz bestreuten Stellen der Graswuchs lebhafter zeigte *).

18) Kohlensaures Ammoniak.

§. 102. Das Ammoniak bildet sich häufig bei der Zersetzung thierischer Ueberreste, namentlich bei der Bildung des thierischen Mistes und der Mistjauche; in letztern findet es sich namentlich in Verbindung mit Kohlensäure und Humussäure; beide Verbindungen sind sehr leicht in Wasser auflöslich, und scheinen vorzüglich zur großen Fruchtbarkeit thierischer Düngerarten beizutragen; auch bei vielen andern Processen wird Ammoniak erzeugt, beim Brennen von Steinkohlen, Alaunschiefern, Torf; der Ruß enthält immer einige Ammoniaksalze; im Thon und in thonhaltigen Fossilien überhaupt **), und in den natürlichen Eisenoxyden ***) findet sich häufig etwas Ammoniak. Liebig fand im Wasser der Gewitterregen häufig etwas salpetersaures Ammoniak; in neuern Zeiten wurden auch in mehreren Pflanzen, in Chenopodium vulvaria, im Löffelkraut, in den Holun-

*) Lampadius, neue Erfahrungen im Gebiet der Chemie und Hüttenkunde. Weimar 1816. Seite 171.

**) Journal de pharmacie. Juin. 1827. pag. 282.

***) Poggendorfs Annalen der Physik. Bd. 14. 1828. S. 147.

[illegible]blüthen und mehreren Schwämmen, Ammoniak und dessen Salze gefunden.

Wirkungen auf die Vegetation.

§. 103. Das häufige Vorkommen dieses Salzes im thierischen Mist läßt vermuthen, daß es auf die Vegetation sehr wohlthätig wirke, womit auch alle Erfahrungen übereinstimmen. Davy fand, bei einer vergleichenden Untersuchung mehrerer Salze, daß das kohlensaure Ammoniak unter allen Salzen, welche er anwandte, am wohlthätigsten auf die Vegetation wirkte; da es aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff bestehend ist, welche Stoffe in ihm weniger eng, als in andern Salzen gebunden zu sein scheinen, so dürften sich vorzüglich hieraus seine wohlthätigen Wirkungen erklären. Davy fand zugleich bei diesen Versuchen, daß die Ammoniaksalze auch in concentrirtern Auflösungen weniger leicht schädlich, als andere Salze wirken. Auflösungen, welche $\frac{1}{30}$ eines Ammoniaksalzes enthielten, zeigten sich noch sämmtlich schädlich; $\frac{1}{100}$ kohlensaures Ammoniak in einer Auflösung zeigte nur noch schädliche Wirkungen, jedoch weniger als andere Salze; enthielt die Auflösung nur $\frac{1}{300}$ dieses Salzes, so wirkte sie wohlthätig. Die Pflanzen aus den Familien der Kreuzförmigen und Hülsenfrüchte scheinen vorzüglich mehr Ammoniak zu vertragen; Getreidearten wachsen in Bodenarten, welche viel ammoniakreichen Dünger enthalten, leicht zu sehr in die Blätter, und lagern sich leichter, wobei ihre Körner weniger vollkommen werden.

19) Kohlensaures Eisenoxydul.

§. 104. Es findet sich zuweilen in Quellwassern und namentlich in größerer Menge in den eigentlichen Stahlwassern; gewöhnlich bemerkt man, daß solche Wasser an der Luft bald einen gelben, aus Eisenoxydhydrat bestehenden Schlamm absetzen; es geschieht dieses durch höhere Oxydation ihres Eisenoxyduls, welches sich dann nicht mehr in der Kohlensäure gelöst erhalten kann; das kohlensaure Eisenoxydul findet sich auch in verschiedenen Eisenerzen, im Spatheisen- und Raseneisenstein; in geringer Menge nicht selten in verschiedenen Mergelarten; auch noch gegenwärtig scheint es sich im Untergrund feuchter, viel Humus und Eisenoxyd enthaltender Böden, durch theilweise Desoxydation des Eisenoxyds und gleichzeitig entstehende Kohlensäure zu bilden.

Wirkung auf die Vegetation.

§. 105. Das in Wasser auflösliche kohlensaure Eisenoxydul scheint im Allgemeinen für die Vegetation nachtheilig zu sein, und solche Bodenarten erst dann fruchtbar zu werden, wenn ihr Eisenoxydul durch weitere Oxydation in unauflösliches Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat übergegangen ist. Sprengel erwähnt einiger Beispiele von Mergelarten, welche kohlensaures Eisenoxydul enthielten und ebenso von Raseneisenstein, deren Anwendung in dem ersten

nahe ungünstig auf die Pflanzen wirkte, und erst wohlthätige Wirkungen äußerte, nachdem sich das Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat verwandelt hatte.

20) Schwefeleisen und schwefelsaures Eisenoxydul.

§. 106. Das Schwefeleisen findet sich als Schwefelkies nicht selten in Gebirgsarten eingewachsen (§. 304 der Agriculturchemie); es bildet sich auch noch gegenwärtig, wenn Quellen, welche kohlensaures Eisenoxydul enthalten, mit schwefelwasserstoffhaltigen Wassern zusammenfließen, wobei sich das Eisen der erstern mit dem Schwefel der letztern zu Schwefelkies vereinigt, welcher sich auf dem Grund solcher Wasser absetzt.

Enthält eine Erdschicht Schwefelkies, so bildet sich in Berührung mit Luft in feuchten Umgebungen, durch höhere Oxydation des Eisens und Schwefels, gewöhnlich sehr bald schwefelsaures Eisenoxydul oder Eisenvitriol; die Bildung dieses Eisensalzes ereignet sich daher am häufigsten bei Verwitterung von Gebirgsarten, welche Schwefelkies fein zertheilt eingewachsen enthalten, namentlich durch Verwitterung der Vitriolschiefer, gewisser Steinkohlen und Torfarten. — Wird der Eisenvitriol selbst wieder längere Zeit der Luft ausgesetzt, so zersetzt er sich gleichfalls theilweis wieder, indem sich sein Eisenoxydul höher oxydirt, und dadurch in der Schwefelsäure und in Wasser unauflöslich wird; schneller erfolgt eine vollständige Zersetzung des Eisenvitriols durch kohlensauren Kalk, wodurch sich Gyps und kohlensaures Eisenoxyd bildet.

Wirkungen auf die Vegetation.

§. 107. Der Schwefelkies scheint in seinem reinen unzersetzten Zustande auf die Vegetation keine Einwirkung zu besitzen, indem er in Wasser unauflöslich ist; so wie sich aber Eisenvitriol bildet, welches sich in einem solchen Erdreich leicht ereignet, so ist leicht Unfruchtbarkeit die Folge davon, wenn sich nur etwas zu viel dieses Eisensalzes gebildet hat. Merkwürdig ist es übrigens, daß einzelne Pflanzen den Eisenvitriol selbst in bedeutender Menge ohne Nachtheil zu ertragen scheinen. Wiegmann beobachtete, daß eine Kohlpflanze auf das Begießen mit einer Auflösung, welche in 16 Theilen Wasser einen Theil Eisenvitriol enthielt, noch ein freudiges Wachsthum zeigte, während ein Senecio vulgaris auf das Begießen mit derselben Auflösung bald abstarb. Eine chemische Untersuchung zeigte, daß die Säfte dieses Kohls wirklich Eisenvitriol aufgenommen hatten.

Daß der Eisenvitriol, in sehr verdünntem Zustand angewandt wohlthätig auf die Vegetation wirke, dafür haben wir Erfahrungen aus den verschiedensten Ländern. In einigen Gegenden Englands bedient man sich zur Düngung eisenvitriolhaltiger Braunkohlen; ebendaselbst, so wie in einigen Gegenden Frankreichs bedient man sich zu dem gleichen Zweck der Aschen von schwefelkieshaltigen Torfarten; auch in einigen Gegenden des Schwarzwaldes werden eisenvitriolhaltige Düngungsmittel mit gutem Erfolg angewandt. Hermbstädt

fand in mehreren künstlichen Düngsalzen [illegible] Beimischungen von Eisenoxyd.

Häufig scheinen sich übrigens die wohlthätigen Wirkungen des Eisenvitriols mehr auf die des Gypses und der übrigen schwefelsauren Salze zu reduciren, indem sich diese sogleich bilden, wenn einem solchen Erdreich kohlensaurer Kalk oder andere kohlensaure Alkalien zugesetzt werden, wodurch sich auch die schädlichen Wirkungen des Eisenvitriols am schnellsten heben lassen.

21) Phosphorsaures Eisenoxyd und Eisenoxydul.

§. 108. Die phosphorsauren Eisenoxyde finden sich vorzüglich im Untergrunde sumpfiger Gegenden, welche wenig Kalkerde enthalten; sie finden sich namentlich dem Thon solcher Gegenden beigemischt; auch der Torf ist hier und da damit durchsetzt; mehr in Menge finden sie sich in dem Sumpferzen, im sogenannten Rasen-eisenstein. — Frisch ausgegraben hat das phosphorsaure Eisenoxydul im unvollkommen oxydirten Zustande Anfangs eine weißliche Farbe, welche aber durch weitere Oxydation ins Blaßhimmelblaue, in sogenanntes natürliches Berlinerblau übergeht (§. 390 der Agriculturchemie); beim längeren Liegen an der Luft, verwandelt es sich nach und nach in das braune vollkommenere Oxyd. Das Oxydul ist nach Sprengel in verdünnter Humussäure, in Ammoniak und auch in Kohlensäure etwas auflöslich, wodurch es leicht in zu großen Menge in die Wurzeln der Pflanzen übergehen kann; das Oxyd ist dagegen weit schwerer und nur in sehr geringer Menge in den im Boden vorkommenden Stoffen löslich; in mehreren ist es völlig unauflöslich; es wirkt daher häufiger als ein indifferenter Körper auf die Vegetation.

Enthält ein Boden natürliches Berlinerblau, so ist ein Aussetzen an die Luft immer zweckmäßig; es geht dadurch in das höher oxydirte, schwerer auflösliche Eisenoxyd über, welches weniger leicht schädlich auf die Vegetation wirken kann. — Durch Zusatz von Kalk oder Asche werden die phosphorsauren Eisenoxyde zersetzt; es bilden sich phosphorsaures Kali und phosphorsaure Kalkerde; letzteres Salz ist in Humussäure, ersteres schon in Wasser löslich; in geringer Menge können daher diese Salze auf die Vegetation ganz wohlthätig wirken, obgleich eine größere Menge ebenfalls wieder schädlich werden kann.

Zweiter Abschnitt.

Von den physischen Eigenschaften des Bodens und den Mitteln, sie näher zu untersuchen.

§. 109. Die physischen Eigenschaften eines Erdreichs gehören zu seinen wichtigern Verhältnissen, welche wir zunächst näher kennen lernen müssen, indem sie, selbst bei denselben chemischen Bestandthei-

sehr verschieden sein können, und daher auf die Fruchtbarkeit eines Erdreichs, unabhängig von seinen chemischen Bestandtheilen, von bedeutendem Einfluß sind; wie sehr dieses oft der Fall ist, zeigt uns jede der im Boden sich findenden Erden. Die einzelnen Erden bilden sämmtlich in ihrer dichten, mehr zu kleinen Körnern erhärteten Form als Sandarten, ein sehr hitziges, lockeres, leicht an zu großer Trockenheit leidendes Erdreich, während dieselben Erdarten in ihrer feinen pulverförmigen Form sehr viele Feuchtigkeit in sich aufnehmen und dadurch selbst ein zu nasses kaltes Erdreich bilden können; selbst ein überwiegend aus Thonerde bestehendes Erdreich kann einen sehr warmen trockenen lockern Boden bilden, wenn sich diese Thonerde, im mehr verhärteten Zustand, in enger Verbindung mit Kieselerde oder Kalkerde in einem Erdreich findet, wie dieses in manchen Mergelarten der Fall ist; die blos chemische Untersuchung wird uns diese verschiedenen physischen Eigenschaften nie zeigen können *).

§. 110. Die einzelnen physischen Eigenschaften, welche auf die Fruchtbarkeit eines Erdreichs mehr oder weniger von Einfluß sind, und welche wir daher hier näher betrachten werden, sind:

1) das Gewicht der Erden, sowohl das spec. Gewicht, als das Gewicht eines bestimmten Volumens Erde im trockenen und nassen Zustand;
2) die wasserhaltende Kraft dem Gewicht und Volumen nach;
3) die Festigkeit und Consistenz eines Erdreichs im trockenen und nassen Zustand;
4) die verschiedene Fähigkeit, an der Luft auszutrocknen;
5) die Volumensverminderung durch das Austrocknen;
6) die Absorption von Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft;
7) die Absorption von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft;
8) die wärmehaltende Kraft der Erden;
9) ihre Fähigkeit, durch das Sonnenlicht mehr oder weniger erwärmt zu werden;
10) ihre Fähigkeit, durch Befeuchtung Wärme in sich zu entwickeln;
11) ihr polarisch-elektrisches Verhältniß und ihre Leitungsfähigkeit für Elektricität.

Wir werden diese einzelnen Eigenschaften hier näher betrachten und das Verfahren hier jedesmal angeben, die Erden auf diese Eigenschaften zu prüfen, wobei wir zugleich jedesmal eine vergleichende Zusammenstellung dieser Eigenschaften bei den am häufigsten beim Landbau vorkommenden Erden beifügen; wir wählen hierzu:

1) Quarzsand,
2) Kalksand,
3) feine, pulverförmige, kohlensaure Kalkerde, aus gebranntem

*) Ich theilte meine nähern Untersuchungen über die physischen Eigenschaften der Erden im 5ten Heft der landwirthschaftlichen Blätter von Hofwyl mit (Arau bei Sauerländer 1817), aus welchem sie auszugsweise in mehrere andere Zeitschriften übergingen; ich stellte seit dieser Zeit verschiedene weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand an, welche ich hier in Verbindung mit meinen früher erhaltenen Resultaten mittheile.

Kalk erhalten, welcher durch langes Liegen an der Luft wieder in vollkommen kohlensauren Zustand übergegangen war;

4) einen grauen gewöhnlichen Thon aus 58 Proc. Kieselerde, 36,2 Thonerde und 5,8 Proc. Eisenoxydul bestehend;

5) Klay, Lehm und lettenartigen Thon (§. 30—32 der Agronomie);

6) Gypserde durch feines Pulverisiren von natürlichem weißen Gyps erhalten;

7) einen etwas feinschiefrigen rothbraunen Thonmergel, wie er sich in der Keuperformation Würtembergs häufig findet, aus 84,8 Proc. eisenoxydhaltigem Thon, 6,5 Proc. kohlensaurer Kalkerde, 7,2 kohlensaurer Bittererde und 1,3 Proc. weniger eng gebundenem Eisenoxyd bestehend;

8) Humus oder Humussäure; es wurde zu diesen Untersuchungen jedesmal die im vorigen Abschnitt der Agronomie erwähnte thierisch-vegetabilische Humussäure genommen, welche sich auf die Vegetation vorzüglich wirksam zeigt;

9) kohlensaure Bittererde durch Präcipitation mittelst Alkalien aus ihren Auflösungen in Säuren erhalten;

10) eine fruchtbare leichte schwarze Gartenerde, bestehend aus 52,4 Proc. Thon, 36,5 Proc. Quarzsand, 1,8 Proc. Kalksand, 2,0 Proc. Kalkerde und 7,2 Proc. mildem Humus und organischen Ueberresten;

11) eine gewöhnliche fruchtbare Ackererde, bestehend aus 51,1 Proc. Thon, 42,7 Quarzsand, 0,4 Kalksand, 2,3 Proc. Kalkerde und 3,4 Procent mildem Humus mit organischen Ueberresten.

Bei Prüfung einzelner Eigenschaften wurde zur nähern Vergleichung auch noch die §. 29 der Agronomie erwähnte Pfeifenerde, als einer der reinsten natürlichen Thonarten, die durch Präcipitation mittelst Alkalien Auflösungen in Säuren bereitete feine Kalkerde und einzelne andere Erdarten angewandt, welche wir bei den einzelnen Eigenschaften näher anführen werden.

Gewicht der Erden.

§. 111. Bei Bestimmung des Gewichts der Erden ist das eigentliche spec. Gewicht der einzelnen Erdtheilchen sehr von dem absoluten Gewicht eines bestimmten Volumens eines Cubikzolls oder Cubikschuhs der einzelnen Erden zu unterscheiden.

Specifisches Gewicht. Das wirkliche spec. Gewicht einer Erde läßt sich nicht durch bloßes Abwägen eines bestimmten Volumens, z. B. eines Cubikzolls und dessen Vergleichung mit dem Gewicht eines gleichen Volumens Wasser finden, man würde durch dieses Verfahren immer ein zu geringes Gewicht erhalten, indem sich in den Zwischenräumen jedes mit Erde gefüllten Cubikzolls, wenn diese auch dicht eingedrückt wird, immer zugleich viele Luft findet; das wirkliche specifische Gewicht erhält man vielmehr durch folgendes Verfahren:

Man füllt ein genau durch einen gläsernen Stöpsel zu schließendes Glasfläschchen, welches etwa 300 oder 400 Gran Wasser zu fassen im Stande ist, mit Wasser vollkommen an, und bestimmt

[illegible] Gewicht, entleert man das Gefäß wieder bis zur Hälfte, und bringt in dieses halb mit Wasser gefüllte Gefäß die zur Untersuchung bestimmte Erde, deren Gewicht man zuvor im getrockneten Zustand bestimmt hat, füllt nun das Gefäß wieder völlig mit Wasser an, verschließt es, sobald aus den Zwischenräumen der Erde auch nach einigem Schütteln keine Luftbläschen in die Höhe steigen und bestimmt nun das Gewicht des so mit Erde und Wasser gefüllten Gefäßes, woraus sich das specifische Gewicht aus der Menge des durch die Erde ausgedrückten Wassers durch eine einfache Rechnung finden läßt; die Menge des ausgedrückten Wassers erhält man, wenn man die Gewichtssumme der trockenen Erde und des Gefäßes von dem Gewicht des mit Wasser gefüllten Gefäßes abzieht. Ein Beispiel wird am besten das Verfahren näher erläutern.

Die zu untersuchende trockene Erde wiege	240	Gran
das blos mit Wasser gefüllte Gefäß	600	—
so beträgt die Summe von beiden	840	—
das mit Erde und Wasser zugleich gefüllte Gefäß wiege	744	—
so hat die Erde aus dem Gefäß	96	Gran

Wasser verdrängt, oder 240 Gran Erde nehmen einen so großen Raum ein, als 96 Gran Wasser und das Gewicht des Wassers verhält sich daher zu dem Gewicht der Erde = 96 : 240 oder das spec. Gewicht dieser Erde ist $\frac{240}{96} = 2{,}50$, wenn das Gewicht des Wassers = 1 gesetzt wird.

Bezeichnet man das Gewicht der Erde, welches zur Untersuchung genommen wird, mit a, das Gewicht des blos mit Wasser gefüllten Gefäßes mit p, und das Gewicht des mit Erde und Wasser zugleich gefüllten Gefäßes mit P, so erhält man das spec. Gewicht der Erde x immer durch folgende Formel:

$$x = \frac{a}{p + a - P} = \frac{240}{600 + 240 - 744} = \frac{240}{96} = 2{,}50.$$

Das wirkliche Gewicht eines bestimmten Volumens Erde, welches auch ihr absolutes Gewicht genannt wird, erhält man einfach durch Abwägen eines Cubikzolls oder Cubikschuhs der Erde, in ihrem mäßig in das Gefäß eingedrückten Zustand; da das Gewicht der Erden je nach ihrem verschieden feuchten oder trockenen Zustand sehr verschieden ist, so ist es zweckmäßig, diese Bestimmung sowohl mit völlig bei 50° R. ausgetrockneter, als mit völlig durchnäßter Erde vorzunehmen; völlig durchnäßt ist eine Erde, wenn sie im nassen Zustand auf einem Filtrum liegend kein Wasser mehr abtropfen läßt.

Die einzelnen der oben erwähnten Erden zeigten mir in dieser Beziehung folgende Verschiedenheiten; die Cubikzolle und Cubikschuhe sind nach pariser Maaß, die Gewichte nach nürnberger med. Gewicht angegeben, das Pfund zu 16 Unzen oder 32 Loth gerechnet *).

*) Bei meinen erstern Versuchen in den landw. Blättern von Hofwyl hatte ich das Gewicht der Erden nach med. Pfunden, das Pfund zu 12 Unzen gerechnet, bestimmt; sie sind daher von diesen Bestimmungen in dem Verhältniß von + 12 : 16 verschieden; die Bestimmungen des spec. Gewichts beruhen hier sämmtlich auf neuen Untersuchungen.

Die specifischen Gewichte sind auf + 3[illegible]° R. der größten Dichtigkeit des Wassers reducirt.

Erdarten	Specifisches Gewicht, das des Wassers = 1.	Gewicht eines pariser Cubikzolls		Gewicht eines pariser Cubikschuhs	
		im trocknen Zustand	im nassen Zustand	im trocknen Zustand	im nassen Zustand
		Gran	Gran	Pfund	Pfund
Kalksand	2,722	505	628	113,6	141,3
Quarzsand	2,653	495	605	111,3	136,1
Gypserde	2,331	408	573	91,9	127,6
Lettenartiger Thon	2,601	435	577	97,8	129,7
Lehmartiger Thon	2,581	393	551	88,5	124,1
Klayartiger Thon	2,560	357	531	80,3	119,6
Reiner grauer Thon	2,533	334	515	75,2	115,8
Feiner weißer Thon (Pfeifenerde)	2,440	213	454	47,9	102,1
Feine kohlensaure Kalkerde	2,468	244	460	53,7	103,5
Feine kohlensaure Bittererde	2,194	75	339	15,8	76,3
Humus	1,370	154	346	34,6	81,7
Gartenerde	2,332	364	457	68,7	102,7
Ackererde	2,401	376	529	84,5	119,1
Feinschiefriger Mergel	2,631	498	624	112,0	140,3

Es ergeben sich hieraus folgende allgemeinere Resultate:

1) Der Sand ist sowohl im trockenen, als nassen Zustand der schwerste Theil der Ackererde; gewisse feinschiefrige Mergelarten nähern sich in dieser Beziehung dem Sand am meisten.

2) Kalksand und Quarzsand sind in dieser Beziehung wenig verschieden; der Kalksand ist unter den gewöhnlichen Bestandtheilen der Ackererde der schwerste.

3) Die Thonarten sind desto leichter, je mehr Thon und je weniger Sand sie enthalten, und umgekehrt.

4) Die Kalkerde zeigt je nach der Feinheit ihres Korns und Art ihrer Darstellung im Gewicht eine große Verschiedenheit; die aus gelöschtem Kalk erhaltene zeigt, auch wenn sie wieder mit Kohlensäure gesättigt ist, ein bedeutend geringeres Gewicht, wovon das starke Aufblähen des gebrannten Kalks bei seiner Verbindung mit Wasser die Ursache zu sein scheint. Der zu obigem Versuch angewandte lag bereits 6 Jahre als feines Pulver flach ausgebreitet der Luft ausgesetzt. Findet sich die Kalkerde in enger Verbindung mit kohlensaurer Bitterde, wie dieses im Dolomitsand der Fall ist, so zeigt die Verbindung dieser beiden Erden ein weit größeres Gewicht;

als jede dieser Erden im reinen Zustand; das spec. Gewicht solcher Sandarten steigt bis 2,82 und 2,83; auch bittererdehaltige Steinmergel besitzen oft dieses größere Gewicht.

5) Die kohlensaure Bittererde, wie sie künstlich durch Präcipitation aus ihren Auflösungen erhalten wird, zeigt zwar unter den gewöhnlichen Gemengtheilen des Bodens das geringste absolute Gewicht; in den Ackererden selbst findet sie sich jedoch nicht in dieser feinen Form, sondern gewöhnlich in Verbindung mit Kalk- oder Kieselerde; in diesen beiden Verbindungen hat sie mehr dichte Formen, deren physische Eigenschaften sich mehr denen des Sandes nähern.

6) Der Humus hat unter den gewöhnlichen Bestandtheilen das geringste specifische Gewicht, und wenn wir die künstlich dargestellte reine Bittererde ausnehmen, auch das geringste absolute Gewicht.

7) Zusammengesetzte Ackererden sind in der Regel desto leichter, je reicher sie an Humus sind; jedoch läßt sich aus diesem Kennzeichen allein noch nicht mit Sicherheit auf Fruchtbarkeit eines Erdreichs schließen, indem der Humus selbst sehr verschieden sein kann, und auch die reinen übrigen Erden je nach der Feinheit ihres Korns im Gewicht große Verschiedenheiten zeigen, wodurch gemischte Erden sehr verschiedene mittlere Gewichte erhalten können; ein sichereres Kennzeichen giebt in dieser Beziehung das specifische, als das absolute Gewicht.

8) Die beim Landmann gewöhnliche Benennung eines schweren oder leichten Bodens bezieht sich weder auf das specifische, noch absolute Gewicht der Erden; die Thonarten sind sowohl im trocknen als nassen Zustande leichter, als die Sandarten, diese Benennungen beziehen sich vielmehr auf die verschiedene Consistenz der Erden, wovon unten §. 114. näher die Rede sein wird.

Gewicht künstlicher Erdgemenge.

§. 112. Werden verschiedene Erdarten künstlich gemengt, so zeigt ein Cubikzoll des dadurch erhaltenen Erdgemengs ein Gewicht, welches größer ist, als das arithmetische Mittel der zu diesen Gemengen angewandten Erden, sie mögen zu gleichen Theilen dem Gewicht oder Volumen nach, oder in andern Verhältnissen zusammengemengt werden. — Ich brachte einen gewöhnlichen Quarzsand, einen klayartigen Thon und feinen Thonmergel, deren absolute Gewichte ich zuvor bestimmt hatte, in verschiedenen Verhältnissen zusammen, und bestimmte das Gewicht der Gemenge; ich erhielt folgende Resultate:

Erdarten	Gewicht von 5,7 Cubikzoll	Arithmetisches Mittel	Gewichts-Zunahme
	Gran	Gran	Gran
Gewöhnlicher Quarzsand . .	2840		
Klayartiger Thon	2020		
Feiner Thonmergel . . .	1790		
Thon und Sand zu gleichen Theilen dem Gewicht nach . . .	2545	2430	115
Thon und Sand zu gleichen Theilen dem Volumen nach . . .	2685	2430	255
2 Theile Thon und 1 Theil Sand dem Gewicht nach . .	2390	2293	97
2 Theile Thon und 1 Theil Sand dem Volumen nach . .	2470	2293	177
2 Theile Sand und 1 Theil Thon dem Gewicht nach . .	2740	2566	174
2 Theile Sand und 1 Theil Thon dem Volumen nach . .	2825	2566	25[illegible]
Gleiche Theile Mergel und Sand dem Gewicht nach . .	2315	2267	48

Diese Erscheinung läßt sich nur durch ein engeres Zusammentreten in die Zwischenräume der sich berührenden Erdtheilchen erklären; es scheint daher hier schon bei diesem mechanischen Zusammenmengen etwas ähnliches zu geschehen, was in noch weit höherem Grad bei natürlich gemengten Erd- und Gebirgsarten, namentlich bei den im vorigen §. erwähnten Dolomitsand und Steinmergelarten der Fall ist, bei welchen nicht nur das absolute, sondern auch das wirkliche specifische Gewicht größer ist, als bei jeder der einzelnen Erden.

Wasserhaltende Kraft der Erden.

§. 113. Man versteht unter wasserhaltender oder wasserfassender Kraft der Erden ihre Eigenschaft, mehr oder weniger Wasser in ihre Zwischenräume aufzunehmen und zurückzuhalten, ohne es tropfenweise wieder abfließen zu lassen; sie ist für die Vegetation von großer Wichtigkeit, indem von ihr die Menge der wäßrigen Nahrungsmittel abhängt, welche der Boden aufzunehmen und den Wurzeln zuzuführen im Stande ist, während das Wasser schon an sich zu den nothwendigsten Nahrungsmitteln der Pflanzen gehört.

Die wasserhaltende Kraft einer Erde läßt sich auf folgende Art finden: Man nimmt 400 Gran der zu untersuchenden Erde und trocknet sie in einer Temperatur von etwa 50° R., bis sie nichts mehr am Gewicht verliert; um unter sich vergleichbare Resultate zu erhalten, ist es zweckmäßig, den Versuch mit nahehin gleichen

Quantitäten der Erde in ihrem feinen Zustande anzustellen, jedesmal etwa mit 400 Gran oder etwa mit 1 Cubikzoll, indem bei großen Erdquantitäten das Gewicht der Erde selbst ein Ausdrücken einer größern Menge Wasser veranlaßt, und man daher für dieselbe Erde verschiedene Resultate erhalten könnte. Man bringt diese getrocknete Erde auf ein rundes, aus ungeleimtem Druckpapier bestehendes Filtrum, welches man zuvor im durchnäßten Zustande gewogen und in einen Glastrichter oder auf eine über einen Rahmen gespannte Leinwand Figur 2 der beiliegenden Tafel gelegt hat; letzteres ist vorzuziehen, indem das aufzugießende Wasser leichter abfließen kann, und es auch leichter gelingt, das durchnäßte Papierfiltrum von dem Tuch in die Höhe zu heben, ohne es zu zerreißen. Man gießt nun der auf dem Filtrum liegenden Erde so lange destillirtes Wasser oder Regenwasser zu, bis diese völlig durchnäßt ist, und bringt sie nun in diesem durchnäßten Zustande, sobald von dem zugegossenen Wasser keine Tropfen mehr abfließen, mit dem Filtrum auf die Wage und bestimmt ihr Gewicht, woraus sich durch eine einfache Rechnung die Menge des absorbirten Wassers und ihre wasserhaltende Kraft nach Procenten finden läßt.

Das Gewicht der trocknen Erde sei . .	400	Gran
Das Gewicht des nassen Filtrums . .	110	—
Summa beider	510	—
Das Gewicht der mit Wasser gesättigten Erde mit dem Filtrum	706	—
so beträgt die Menge des absorbirten Wassers	196	—

Da 400 Gran dieser Erde 196 Gran Wasser absorbirten, so werden 100 Gran 49 zurückhalten ($400 : 100 = 196 : x$) und die wasserhaltende Kraft dieser Erde wird sich daher durch 49 ausdrükken lassen.

Sollte die auf dem Filtrum liegende Erde die Feuchtigkeit nur schwer und ungleichförmig in ihre Zwischenräume aufnehmen, so ist es besser, die Erde in ihrem trocknen, zuvor gewogenen Zustand in einem gläsernen Gefäß mit Wasser anzurühren und sie nun von diesem Gefäß nach und nach auf das Filtrum zu bringen.

Enthält eine Erde viel Humus und humussaure Salze, so kann es zweckmäßig sein, die frisch vom Feld genommene Erde sogleich auf dem Filtrum völlig mit Wasser zu benetzen und sie erst nachher vollkommen auszutrocknen, indem die Humussäure, nach dem oben Erwähnten, die Eigenschaft hat, weniger Wasser aufzunehmen, wenn sie einmal völlig ausgetrocknet wurde; bei Erdarten, welche nur wenige Procente Humus enthalten, wie dieses bei den meisten Ackererden der Fall ist, kann sich jedoch die wasserhaltende Kraft dadurch nur sehr wenig verändern; vielmehr wird man durch das oben angeführte Verfahren weit übereinstimmendere Resultate erhalten, indem es nur bei zuvor ausgetrockneten Erden möglich ist, mit gleichen Quantitäten Erde den Versuch anzustellen, und thonreiche Erden selbst eine verschiedene Menge Wasser aufnehmen, je nachdem

sie zuvor in ihrem halbdurchnäßten Zustand einem verschiedenen Druck und verschiedener Behandlung ausgesetzt waren; Verschiedenheiten, welche sich nur durch vorhergehendes Trocknen und Pulverisiren aufheben lassen.

In agronomischer Beziehung ist es zugleich von Wichtigkeit, zu wissen, wie viel Wasser ein bestimmtes Volumen Erde in sich nehmen kann, wodurch sich oft die Wassermenge richtiger beurtheilen läßt, welche die Erden aus einem bestimmten Raum absorbiren können. Diese Bestimmung läßt sich jedesmal leicht aus der, dem Gewicht nach, bestimmten wasserhaltenden Kraft und dem (§. 110 erwähnten) Gewicht eines bestimmten Volumens der Erde im nassen Zustand finden *). — Man habe die wasserhaltende Kraft des Quarzsands = 25 Procent gefunden, und das Gewicht eines Cubikzolls desselben im nassen Zustand 605 Gran (siehe oben): so werden, da 100 Gran dieses Sandes 25 Theile aufnehmen, die 605, welche einen Cubikzoll bilden, 121 Gran aufzunehmen im Stande sein; ($125 : 25 = 605 : x$ und $x = \frac{605 \cdot 25}{125} = 121$), woraus sich leicht die wasserhaltende Kraft dem Volumen nach finden läßt; 1 par. Cubikzoll Wasser enthält 1728 par. Cubiklinien und wiegt 319,14 Gran; die 121 Gran Wasser, welche in 1 Cubikzoll Sand enthalten sind, werden also einen Raum von 655 Cubiklinien einnehmen, oder die wasserhaltende Kraft dieses Sandes dem Volumen nach wird 37,9 Procent betragen ($1728 : 655 = 100 : x$ und $x = \frac{65500}{1728} = 37{,}9$).

Folgende Tabelle enthält die Resultate der Versuche, welche ich hierüber mit den beim Landbau gewöhnlich vorkommenden Erden anstellte; ich füge hier diesen Erden zugleich die feine durch Präcipitation aus Auflösungen in Säuren dargestellte kohlensaure Kalkerde und Pfeifenerde, als einer der reinsten feinen Thonarten bei.

*) Es könnte scheinen, daß sich diese Bestimmung durch die bloße Gewichtsvergleichung eines Cubikzolls trockener und nasser Erde, oder aus dem absoluten Gewicht eines Volumens der trockenen Erde und der wasserhaltenden Kraft derselben finden lasse; man erhält jedoch auf diese Art kein richtiges Resultat, weil sich viele vorzüglich thon- und humusreiche Erden beim Austrocknen bedeutend zusammenziehen, ein Cubikzoll trockener Erde nimmt im nassen Zustand gewöhnlich einen größern Raum ein.

Erdarten	Wasserhaltende Kraft dem		Ein par. Cubikzoll enthält im nassen Zustand		Ein par. Cubikschuh der nassen Erde enthält Wasser
	Gewicht nach	Volumen nach	Gran Wasser	Cubiklinien Wasser	
	Procent	Procent			Pfund
Quarzsand	25	37,9	121	655	27,3
Kalksand	29	44,1	141	763	31,8
Gypserde	27	38,2	122	660	27,4
Kalkerde, präcipitirte .	47	54,5	174	941	39,1
Feine Kalkerde . .	85	66,1	211	1142	47,5
Feine Bittererde . . .	256	76,1	242	1316	62,6
Lettenartiger Thon .	40	51,4	164	888	38,8
Lehmartiger Thon .	50	57,3	183	991	41,4
Klayartiger Thon .	61	62,9	201	1088	45,4
Reiner grauer Thon .	70	66,2	212	1145	48,3
Weißer Thon, Pfeifenerde	87	66,0	211	1142	47,4
Humus	181	69,8	223	1207	50,1
Gartenerde	89	67,3	215	1164	48,4
Ackererde	52	57,3	181	980	40,8
Schiefriger Mergel .	34	49,9	158	863	35,6

Es ergeben sich hieraus folgende allgemeinere Resultate:

1) Die Sandarten besitzen die geringste wasserhaltende Kraft, man mag sie dem Gewicht oder Volumen nach mit andern Erden vergleichen, unter ihnen hat der Quarzsand die geringste; sie zeigt sich übrigens bei den Sandarten selbst je nach der verschiedenen Feinheit ihres Korns verschieden; sie kann sich bei sehr grobkörnigem Sand bis gegen 20 Procent vermindern, während sie sich bei sehr feinkörnigem Sand bis gegen 40 Procent erhöhen kann.

2) Die Gypserde nähert sich in dieser Beziehung sehr den Sandarten; sie besitzt noch eine etwas geringere wasserhaltende Kraft, als der Kalksand.

3) Der schiefrige Mergel zeigt seines oben bemerkten großen Thongehalts ungeachtet nur eine geringe wasserhaltende Kraft, er nähert sich in dieser Beziehung unter den gewöhnlichen Bestandtheilen des Bodens dem Sand am meisten; er muß daher bei dieser Beschaffenheit vorzüglich dazu beitragen, das Erdreich wärmer und trockner zu machen; häufig werden daher auch diese Mergelarten im südwestlichen Deutschland zur Verbesserung der Weinberge angewandt.

4) Die kohlensaure Kalkerde zeigt je nach der Feinheit ihres Korns viele Verschiedenheiten in der wasserhaltenden Kraft; bei Bodenuntersuchungen ist es daher von Wichtigkeit, den durch Abschlämmen abzuscheidenden feinen Kalk von der in Form von Sand sich in einer Ackererde findenden Kalkerde zu unterscheiden.

5) Die kohlensaure Bittererde findet sich in der Ackererde gewöhnlich nicht in der feinen Form, wie sie die zu obigen Versuchen angewandte künstlich dargestellte hat, sondern in dichter Form an Kalk- oder Kieselerde gebunden, in welchen Verbindungen sie eine weit geringere, oft mehr den Sandarten sich nähernde wasserhaltende Kraft besitzt.

6) Der Humus hat unter den gewöhnlichen, im Boden sich findenden Bestandtheilen gewöhnlich die größte wasserhaltende Kraft; noch in weit höherm Grad ist dieses der Fall, wenn die Humussäure vor dem Versuch nicht künstlich ausgetrocknet wurde, oder wenn ihr noch viele halbzersetzte organische Stoffe. Ueberreste von Holz, Blättern, Wurzeln u. s. w. beigemengt sind; 100 Theile der feinen, durch faulendes Holz in alten Bäumen sich bildenden Erde können gegen 200 und gewisse lockere Torferden 300 bis 360 Theile Wasser in ihre Zwischenräume aufnehmen, auch wenn sie zuvor künstlich ausgetrocknet wurden; aus einer großen wasserhaltenden Kraft, welche 90 übersteigt, läßt sich daher oft mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine reichliche Beimengung an organischen Stoffen schließen.

Anwendung der wasserhaltenden Kraft zur Beurtheilung der Bestandtheile eines Bodens.

§. 114. Cadet de Gassicourt suchte in neuern Zeiten auf die wasserhaltende Kraft der Erden eine für den Landmann leicht anwendbare Methode zu begründen, die Fruchtbarkeit und Bestandtheile eines Erdreichs ohne Anwendung chemischer Reagentien mit großer Wahrscheinlichkeit zu finden *), die wir hier nicht unterlassen können, näher anzuführen, indem ihrer bereits mehrere landwirthschaftliche Schriften erwähnen, ohne jedoch nähere vergleichende Prüfungen über ihre Anwendbarkeit beizufügen. Das von Gassicourt vorgeschlagene Verfahren ist dieses. Man bringt 400 Gramme (26,8 Loth) der zuvor gesiebten und bei 40° R. ausgetrockneten Erde auf ein zuvor gewogenes Filtrum, gießt eine gleichgroße Menge Wasser zu und bemerkt die Gewichtszunahme der durchnäßten Erde und die Zeit, welche das Wasser zum Durchlaufen braucht; man wiederholt diesen Versuch 4mal und zieht aus den erhaltenen Resultaten das Mittel. Um nun die wahrscheinliche Fruchtbarkeit zu erhalten, sieht man in folgender Tabelle nach, welchem Ansatz die Menge des absorbirten Wassers und die Dauer der Absorption am nächsten kommt; um diese Resultate mit den oben angeführten näher vergleichen zu können, setze ich hier zugleich die aus diesen Angaben berechnete wasserhaltende Kraft nach Procenten zur Seite.

*) Bibliothèque universelle. Section Agriculture Tom. I. pag. 97. Gen. 1816.

Menge des von 400 Grammen absorbirten Wassers	Wasserhaltende Kraft nach Procenten	Dauer des Versuchs in Stunden	Wahrscheinliche Bestandtheile der Erde
Gran			
80—90	20—22	3—4	fast reiner Sand oder sehr wenig kalkig,
100—110	25—27,5	1—1,5	fast reiner, unfruchtbarer Kalk,
120—130	30—32,5	3—4	leichte sandige Erde, Haideland mit ungefähr $\frac{1}{6}$ Thon,
120—130	30—32,5	1—2	wenig fruchtbar, unstreitig kalkig,
180—195	45—49	5—5,5	dürr, und wenn sie grau ist, wahrscheinlich kalkig,
180—195	45—49	8—9	etwas schwerer Boden mit fast $\frac{2}{3}$ Thon,
240—250	60—62	9—10	schwer und ohne Zweifel sehr fruchtbar,
320—350	80—87	11—12	fester thoniger Boden,
325—335	81,2—83,7	20—24	fast reiner Thon,
350—360	87,5—90,0	7—8	Mergelboden, kalkiger unfruchtbarer Thon,
390—400	97,5—100	1—2	vegetabilische Gartenmisterde, gut als Dünger zu gebrauchen, oder mit schwerer Erde oder Sand zu mengen.

Vergleichen wir die Resultate dieser Tabelle mit dem oben über die wasserhaltende Kraft der einzelnen Erden Erwähnten, so ergiebt sich, daß sich zwar aus der wasserhaltenden Kraft eines Erdreichs, wenn sie ein gewisses Minimum oder Maximum übersteigt, mit großer Wahrscheinlichkeit auf Unfruchtbarkeit eines Erdreichs schließen läßt, daß aber gerade bei den am häufigsten vorkommenden Bodenarten von einer mittlern wasserhaltenden Kraft von 40 bis 60 Procent viele Fälle vorkommen können, in welchen wir ohne Anwendung chemischer Hülfsmittel über die Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit eines Erdreichs in Zweifel bleiben würden; da die Feinheit des Korns der einzelnen Erden auf ihre wasserhaltende Kraft so bedeutenden Einfluß hat, so werden wir auch in dieser Beziehung nur sehr unsicher auf ihre Bestandtheile schließen können; eine wasserhaltende Kraft von 25—28 Procent, welche nach dieser Tabelle einen reinen unfruchtbaren Kalk anzeigt, könnte eben so gut ein

aus Quarzsand oder erdigem Gyps bestehender Boden besitzen; eine wasserhaltende Kraft von 60 bis 62 Procent, wie sie allerdings häufig fruchtbaren schweren Boden zukommt, wie es auch die Tabelle angiebt, kann übrigens eben so gut ein zwischen Letten und Lehm stehender Thonboden ohne allen Humusgehalt mit völliger Unfruchtbarkeit haben; eben so kann eine wasserhaltende Kraft von 87 bis 90 Procenten, welche nach dieser Tabelle einen Mergelboden oder kalkigen unfruchtbaren Thon anzeigen soll, bei sehr fruchtbaren, mit der gehörigen Menge Humus versehenen Acker- und Gartenerden vorkommen.

Die nähern Verschiedenheiten der wasserhaltenden Kraft bei zusammengesetzten Erden ergiebt sich aus folgender Zusammenstellung, in welcher ich verschiedene, theils sehr fruchtbare, theils unfruchtbare Erden, nach ihrer wasserhaltenden Kraft dem Gewicht nach geordnet, zu weitern Vergleichungen zusammenstellte und jeder Art zugleich kurz ihre vorherrschenden Bestandtheile, so weit sie auf ihre wasserhaltende Kraft vorzüglich von Einfluß sind, nebst Bemerkungen über ihre Fruchtbarkeit beifügte, indem erst in dem folgenden Abschnitt näher von den chemischen Bestandtheilen der zusammengesetzten Erden die Rede sein wird. Die hier angeführten Erden des Rheingaus wurden von Herrn Prof. Geiger in Heidelberg *), die aus der Gegend von Göttingen, Ostfriesland und Lüneburg von Herrn Dr. Sprengel in Göttingen **), die übrigen von mir selbst, in Beziehung auf dieses Verhältniß, untersucht.

Wasserhaltende Kraft	Erdarten
20	Weinbergerde von Rotheberg bei Gaißheim im Rheingau, überwiegend viel Kieselerde mit Thonschieferstückchen und etwas Kalk, mit 3,3 Procent Humus und verflüchtigbaren Stoffen.
25	Weinbergerde von Neudorf im Rheingau, von ähnlicher Zusammensetzung, 5,2 Proc. Humus und verflüchtigbare Stoffe enthaltend.
25	Unfruchtbarer Sandboden vom Vogelsang im Göttingischen, 88 Proc. Sand und Kieselerde mit etwas Kalk, Thon und 4,2 Humus und verfl. Stoffen.
28	Weinbergerde von Rüdesheim im Rheingau, den 2 erstern Weinbergerden ähnlich, jedoch etwas mehr Kalk und 8,3 Proc. Humus und verfl. Stoffe enthaltend.

*) Mezgers Rheinischer Weinbau. Heidelberg 1827. S. 225.

**) Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie. Theil IV. 1829. S. 1 u. ff.

Wasserhaltende Kraft	Erdarten
35,5	Weinbergerde von der Liebfrauenkirche bei Worms, 66,5 Proc. Sand mit Bruchstückchen von Sandstein und Schiefer, 19 Proc. Kalk, etwas Thon und 8 Proc. Humus und verflüchtigbare Stoffe.
35,7	Sehr fruchtbare Ackererde von Ostfriesland 64,8 Proc. größtentheils feine Kieselerde, 9,7 Kalkerde, 5,7 Thonerde mit 11,2 Proc. Humus und verflüchtigbaren Stoffen.
37,0	Weinbergerde vom Johannisberg im Rheingau 54 Proc. Sand, aus Thonschieferstückchen und Quarz bestehend, 9 Proc. Kalk, 37 Thon und 5,5 Proc. Humus und verflüchtigbare Stoffe.
38,2	Sandboden vom Schwarzwald 77 Proc. Quarzsand mit 20,1 Thon, etwas Kalk und 1,3 Proc. Humus und verflüchtigbare Stoffe; schöne Nadelholzwälder.
40,7	Weinbergerde von den bessern Weinbergen im Neckarthal bei Untertürkheim 60 Proc. Sand mit schiefrigem Mergel, 24,4 Thon, 12,7 Kalk und 5,6 Proc. Humus und verflüchtigbare Stoffe.
42,0	Weinbergerde vom goldnen Becher am Steinberg im Rheingau 44 Proc. Sand und 56 Proc. abschlämmbare Theile enthaltend, letztere aus Thon mit 0,4 Proc. Kalk und 8,8 Humus und verflücht. Stoffen bestehend.
46,7	Fruchtbare Ackererde von Getreidefeldern im Neckarthal bei Tübingen, kalkhaltiger Thonboden, 62 Thon, 28,8 Quarzsand, 3,4 Kalk und 5,7 Procent Humus und verflüchtigbare Stoffe enthaltend.
49,2	Fruchtbare Ackererde von Göttingen 83,3 Procent Quarzsand mit größtentheils feiner abschlämmbarer Kieselerde, 5,1 Thonerde, 1,8 Kalk und 5 Proc. Humus mit verflücht. Stoffen.
49,2	Unfruchtbarer Thonboden aus dem Lüneburgischen 77,8 Proc. Quarzsand und Kieselerde, 8,1 Proc. Eisenoxyd mit viel Eisenoxydul, 4,4 Humus und verflüchtigbare Stoffe, ohne kohlensauren Kalk.
50,0	Fruchtbare Ackererde der Getreidefelder bei Stuttgart 70,6 Proc. Thon, 25,2 Quarzsand, 1,2 Proc. Kalk und 7,8 Proc. Humus mit verflüchtigbaren Theilen.
53,0	Weinbergerde von Uhlbach am Neckarthal 50 Proc. Quarzsand mit Schieferstückchen, 46 Proc. Thon, 3 Proc. Kalk mit 7 Proc. Humus und verflücht. Theilen.

Wasserhaltende Kraft	Erdarten
61,3	Fruchtbare Ackererde von Getreidefeldern des Neckarthals bei Tübingen 64,7 Proc. Thon, 17,2 Quarzsand, 16,4 Kalkerde mit Kalksand und 9,8 Humus mit verflüchtigbaren Theilen.
67,2	Fruchtbare Ackererde von Getreidefeldern bei Schwenningen am Ursprung des Neckars 63,6 Thon, 17,3 Quarzsand, 4,1 Kalkerde und Kalksand und 5,6 Humus und verflüchtigbare Stoffe.
78,1	Gute Wiesenerde von Bebenhausen 46,7 Proc. Thon, 46,0 Sand, 3,0 kohlensauren Kalk und 4,5 Proc. Humus und verflüchtigbare Theile enthaltend.
85	Gute Wiesenerde von Lustnau im Neckarthale 48,0 Proc. Thon, 20,8 Quarzsand, 29,6 Proc. feine Kalkerde mit Kalksand, 6,3 Proc. Humus mit verflücht. Stoffen.
91,6	Sehr fruchtbare schwarze Erde von der Höhe der schwäbischen Alp auf Jurakalk, 47,0 Thon, 1,2 Quarzsand, 33,8 Kalksand mit Kalkerde, 4,6 auflöslichen Humus und 13,1 verflücht. Theile.
100	Leichte, an vegetabilischen Stoffen und Sand reiche Gartenerde, vorzüglich zur Cultur von Heiden, Proteen und verwandten Pflanzen des Caps dienend, 1,6 Proc. Kalk, 18,6 Proc. größtentheils vegetabilische verflüchtigbare Stoffe, das Uebrige thonhaltiger Sand.
106	Eine dieser ähnliche Gartenerde zur Cultur vieler Straucharten Neuhollands, mehrerer Arten von Metrosideros, Melaleuca und verwandter Pflanzen dienend, 21 Proc. verflüchtigbare Stoffe mit 15,5 Proc. Kalk, das Uebrige thonhaltiger Sand.
124	Sehr leichter Boden, für die gewöhnlichen Culturgewächse wenig tauglich, aus dem Neckarthal bei Lustnau, 42,7 Proc. Thon, 10,8 Quarzsand, 38,0 Kalkerde mit viel Kalksand, 8,4 Proc. Humus mit verflüchtigbaren Theilen enthaltend, Consistenz sehr gering.
155	An vegetabilischen Stoffen reiche Gartenerde zur Cultur von Azalien, Vaccinien, Daphne-, Rhododendron-Arten und verwandten Pflanzen dienend, 11 Proc. Kalk und 30 Proc. verflüchtigbare Stoffe mit Thon und Sand.
179	Schwarze unfruchtbare Torferde viel verkohltem Humus, im Ganzen 76 Proc. verflücht. Stoffe enthaltend.

Wasserhaltende Kraft	Erdarten
203	Vegetabilische Erde aus zersetztem Laub gebildet, sogenannte Lauberde, zur künstlichen Zusammensetzung verschiedener Gartenerden dienend, 33 Proc. verflüchtigbare Stoffe enthaltend, mit 16 Proc. feinem Kalk, das Uebrige feine Thon- und Kieselerde.
210	Holzerde aus faulen Bäumen, wie die Lauberde, zur Bildung von Gartenerden dienend, in welchen verschiedene Straucharten des Caps und Neuhollands erzogen werden, 47 Proc. verflüchtigbare Stoffe mit 10 Proc. feinem Kalk, das Uebrige aus feinem Thon und Kieselerde.
366	Sehr leichte unfruchtbare braune Torferde von unvollkommen ausgebildetem Torf, 89 Proc. verflüchtigbare Theile enthaltend.

Es ergiebt sich aus dieser Uebersicht, daß die wasserhaltende Kraft zusammengesetzter Erden noch weit größere Verschiedenheiten zeigt, als man nach der von Gassicourt entworfenen Tabelle erwarten könnte; die im Clima Deutschlands zum Getreidebau benutzten Ackererden scheinen am häufigsten in ihrer wasserhaltenden Kraft zwischen 40 bis gegen 70 Proc. zu wechseln, ist die wasserhaltende Kraft eines Erdreichs bedeutend größer oder geringer, so eignet es sich meist besser zur Cultur gewisser Pflanzen, bei einer geringern wasserhaltenden Kraft zum Weinbau und zu Nadelholzarten, bei einer größern zu Wiesen oder zur Cultur von Pflanzen einzelner Familien, wozu die obige Uebersicht verschiedene Belege enthält; noch bleibt hierüber vieles erst durch weitere Beobachtungen auszumitteln übrig; erst durch viele Erfahrung und abgeänderte Versuche werden wir dahin gelangen können, zu sagen, bei welcher wasserhaltenden Kraft diese oder jene Pflanze am sichersten ihren vollkommnen Zustand erreicht; nothwendig muß hierauf zugleich sehr die einer Gegend zukommende mittlere Regenmenge und Temperatur von bedeutendem Einfluß sein; für wärmere Gegenden mit einer geringern mittlern Regenmenge, werden Bodenarten mit einer größern wasserhaltenden Kraft unter übrigens gleichen Verhältnissen günstiger sein, während sich dagegen Böden mit einer geringern wasserhaltenden Kraft besser für Gegenden eignen, welche eine größere Regenmenge besitzen; dieselbe Bodenmischung kann daher für eine Gegend fruchtbar sein, welche es für eine andere unter veränderten äußern Umständen nicht mehr ist; der häufig vorkommende Wechsel zwischen trocknen und nassen Jahrgängen wird aus demselben Grunde bald dieser, bald jener Gegend günstiger sein, je nachdem ihre Bodenarten vorherrschend eine größere oder geringere wasserhaltende Kraft besitzen.

Festigkeit und Consistenz des Bodens.

§. 115. Die Festigkeit und Consistenz des Bodens ist sowohl für die Fruchtbarkeit, als Bearbeitung des Erdreichs von bedeutendem Einfluß; die beim Landbau allgemein angenommenen Benennungen eines schweren oder leichten Bodens beruhen hierauf, sie verdienen daher sowohl im trocknen, als nassen Zustand der Erden eine nähere Beachtung.

Festigkeit und Consistenz des Bodens im trocknen Zustand.

§. 116. Die Bestimmung der Consistenz eines Erdreichs gehört zu den schwierigern Aufgaben, welche bei Erduntersuchungen um so weniger vernachlässigt werden darf, indem wir durch die blos chemische Untersuchung nie die nähere Verschiedenheit der Consistenz eines Erdreichs zu bestimmen im Stande sind. Prof. Völker schlug zu diesem Zweck vor einiger Zeit ein ziemlich zusammengesetztes Instrument vor *), dessen Hauptsache in einer Art Spaten besteht, dessen Eindringen auf dem Felde selbst durch Gewichte bestimmt wird; zu vergleichenden Versuchen der Consistenz einzelner Erden im Kleinen, läßt sich jedoch diese Methode nicht anwenden.

Oekonomierath Dr. Meyer wendet zu diesem Zweck (zur Bestimmung der Consistenz sandreicher Erden) eine Scheibe von 4 Quadratzollen an **), welche an ihren 4 Ecken mit unten abgerundeten Stahlstiften versehen ist, und auf eine Erdschichte von 3 Zoll Tiefe gesetzt wird; die zum Eindringen nöthigen Gewichte, welche auf die Scheibe gelegt werden, dienen als Maaß der Consistenz der Erde; diese Methode hat jedoch bei consistenten Erden im trocknen Zustand die Schwierigkeit, sehr große Gewichte auflegen zu müssen; bei reinem Thon sind selbst 30 Pfd. hierzu nicht hinreichend, während bei sehr lockern Erden die Scheibe schon zu leicht einsinkt. Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, schlägt Meyer vor, die Erden bei einem gleichen Wassergehalt von 5 Proc. dieser Prüfung zu unterwerfen, welches jedoch in der Ausführung bei vergleichenden Versuchen viele Schwierigkeiten hat.

Unter verschiedenen von mir versuchten Methoden glaube ich folgende, als die in den meisten Fällen am leichtesten anwendbare empfehlen zu können, welche sich nicht nur zur Prüfung der Consistenz von gemischten Erdarten, sondern auch der Thonarten, und selbst sehr fester Mörtelarten anwenden läßt.

Man formt sich von den zu vergleichenden Erden in ihrem mäßig durchnäßten gleichförmig feuchten Zustand nach einer oben und unten durchbrochenen Form von hartem Holz oder besser von Metall (a b der auf Taf. 1 befindlichen Zeichnung unter der 1sten Fi-

*) In den neuen Mögelinischen Annalen der Landwirthschaft im 4ten Band, Seite 119, mit 1 Abbildung.

**) Siehe dessen Anlage zur Flora des Königreichs Hannover. Göttingen 1822. Seite 307.

gur) längliche viereckige Stücke, Parallelepipeda, c von 4 paris. Linien Dicke und Breite und etwa 2 Zoll Länge, welche man in der Form entweder selbst trocknen läßt, oder auch sogleich noch feucht aus der Form nimmt, welches durch Gegendruck vermittelst eines gleich großen, in die Form passenden Stückchens Holz leicht geschehen kann; man läßt diese geformten Erdstückchen dann zuerst an der Luft im Schatten und dann noch in einer höhern Temperatur von etwa 50° R. vollkommen austrocknen. Die verschiedene Festigkeit der ausgetrockneten Erden läßt sich nun durch folgendes einfache Instrument näher bestimmen: pq ist ein Wagbalken von 20 Zoll Länge, p ist eine Kugel von Blei, durch welche die an dem längern Hebelarm befindliche Wagschale m im Gleichgewicht erhalten wird, so lange letztere nicht mit Gewichten beschwert wird; der Hebelarm bewegt sich in einem gabelförmigen Ausschnitt h, welcher in hh im Durchschnitt noch besonders gezeichnet ist, n ist von Stahl, stumpf, spatelförmig sich endigend, ½ par. Linien dick, unten 4 Linien breit, entsprechend der Breite der zu prüfenden 4eckig geformten Erden; dieser kleine Spaten ist an dem Wagbalken in x durch einen Stift so befestigt, daß er immer eine senkrechte Richtung annehmen kann. Die zu prüfende Erde wird nun unter den kleinen Spaten gebracht und in die Wagschale werden so lange kleine Gewichte gelegt, bis die Erde durchschnitten wird; bei Erden von geringer Consistenz, wird man mit Quentchen anfangen können; bei Erden von großer Consistenz müssen diese bis auf einige Pfunde vermehrt werden; giebt man dem Wagbalken von o bis q eine Länge von 12 Zoll, während der Befestigungspunkt des kleinen Spatens x von o einen Zoll entfernt ist, so drückt ein in die Wagschale gelegtes Gewicht von 1 Pfund auf die Erde mit einer Kraft von 12 Pfund; wiederholt man diesen Versuch mehrere Mal, welches leicht mit 4eckig geformten Stücken derselben Erde geschehen kann, und zieht aus den einzelnen Resultaten das Mittel, so wird man sich der Wahrheit um so mehr nähern *). Die reinsten, dichtesten, am schwersten zu bearbeitenden Thonarten, welche ich bis jetzt mit diesem Instrument zu prüfen Gelegenheit hatte, erforderten bei den oben angegebenen Dimensionen zum Zerdrücken eine Gewichtszulage von 144 Loth oder 4½ Pfund, oder unmittelbar auf den trockenen Thon selbst hatte ein Druck von 1728 Loth oder 54 Pfund einzuwirken nöthig.

Bezeichnet man die für den dichtesten Thon gefundene Consistenz durch 100, so läßt sich leicht die Consistenz jeder Erde darauf zurückführen; eben so läßt sich dadurch unabhängig vom Thon die Consistenz irgend verschiedener Erden unter sich vergleichen; die Hauptsache ist, sich von den zu vergleichenden Erden gehörig gleichförmig bear-

*) Das von mir früher in den landwirthschaftlichen Blättern Hofwyls vorgeschlagene Verfahren, die Festigkeit der Erden durch in die Mitte aufgehängte Gewichte zu bestimmen, hat in der Ausführung manche Schwierigkeiten; namentlich läßt sich mit derselben Erde der Versuch weniger oft wiederholen, wodurch das aus den einzelnen Versuchen zu ziehende Mittel weniger genau wird.

beitete Stücke, ohne zu vieles Wasser, zu formen, was bei einiger Uebung durch die oben erwähnte Form leicht gelingen wird.

Die auf diese Art bestimmte Consistenz der einfachern, beim Landbau häufiger angewandten Erdarten enthält die am Schluß des folgenden Paragraphen mitzutheilende Uebersicht; eine vergleichende Untersuchung der Festigkeit verschiedener Mörtelarten, durch dasselbe Instrument, theilte ich vor einigen Jahren in einem Anhang zu Hrn. von Alberti's Beschreibung der Gebirge Würtembergs mit (Stuttgart bei Cotta 1826. S. 305), welche auch auszugsweise in Schweiggers Jahrbuch der Chemie im Jahrgang 1827 erschienen; nur mit der Abänderung, daß ich bei jenen Versuchen n in einen Stahlstift, statt in einen kleinen Spaten endigen ließ.

Consistenz des Bodens im nassen Zustande und deren Anhängen oder Adhäsion an Ackerwerkzeuge.

§. 117. Wird ein Erdreich im nassen Zustande bearbeitet, so ist nicht nur der Zusammenhang der Erdtheilchen unter sich, sondern zugleich auch ihre Adhäsion, ihr Anhängen an Ackerwerkzeuge, zu überwinden. Wünscht man diese Eigenschaft einer vergleichenden Prüfung zu unterwerfen, so kann dieses auf folgende Art geschehen. Man befestigt gleich große runde Scheiben von Eisen und Holz (als den 2 gewöhnlich zu Ackerwerkzeugen benutzten Substanzen) unter die Wagschale einer Wage, und setzt mit ihr die andere Wagschale durch aufgelegte Gewichte in Gleichgewicht; man bringt nun die Scheibe mit einer unter ihr liegenden durchnäßten Erde in genaue Berührung, und legt in die andere Schale so lange Gewichte, bis sie sich von der Erde losreißt; die Menge der aufzulegenden Gewichte entspricht der Größe der Adhäsion, oder der Schwierigkeit, die Erde im nassen Zustand zu bearbeiten; die Größe dieser Adhäsion ist oft bedeutender, als man erwarten sollte; eine Adhäsionsscheibe von 3, 4 Quadratzoll erfordert über 4 Loth Gewichtszulage, um sich von der obigen Gartenerde loszureißen; bei den schwerern Thonarten steigt die dazu nöthige Gewichtsmenge auf 10 — 12 Loth. — Aus der Größe der zu diesem Versuch angewandten Scheiben läßt sich leicht die Größe der Adhäsion für andere Flächen berechnen.

Folgende Tabelle enthält die Resultate über die Festigkeit und Consistenz der Erden, welche auf die vorstehende Art bestimmt wurden; die Größe der Adhäsion im nassen Zustand ist auf die Fläche eines pariser Quadratschuhs nach Pfunden, das Pfund zu 32 Loth berechnet.

Erdarten	Im trocknen Zustande	Im nassen Zustande	
	Festigkeit die des Thons = 100 gesetzt	Anhängen an Ackerwerkzeuge an eine Fläche von 1 pariser Quadratschuh von	
		Eisen	Holz
Quarzsand . . .	0	3,8 Pfund	4,3 Pfund
Kalksand . . .	0	4,1 —	4,4 —
Feine Kalkerde . .	5,0	14,3 —	15,6 —
Gypserde . . .	7,3	10,7 —	11,8 —
Humus	8,7	8,8 —	9,4 —
Bittererde . . .	11,5	5,8 —	7,1 —
Lettenartiger Thon	57,3	7,9 —	8,9 —
Lehmartiger Thon	68,8	10,6 —	11,4 —
Klayartiger Thon	83,3	17,2 —	18,9 —
Grauer reiner Thon	100,0	27,0 —	29,2 —
Gartenerde . . .	7,6	6,4 —	7,5 —
Ackererde . . .	33,0	5,8 —	6,4 —
Schiefriger Mergel	23,0	4,9 —	5,5 —

Allgemeinere Resultate aus diesen Versuchen.

§. 118. Es ergeben sich hieraus folgende allgemeinere Resultate:

1) Vergleicht man diese verschiedene Consistenz der Erden mit dem oben erwähnten verschiedenen Gewicht derselben, so ergiebt sich hieraus überzeugend, daß die bei den Landwirthen gewöhnliche Benennung eines schweren oder leichten Bodens auf dieser Cohäsion und Adhäsion der Ackerwerkzeuge zu sich und zu den Ackerwerkzeugen beruht und daher mehr seine Eigenschaft anzeigt, sich mehr oder weniger leicht bearbeiten zu lassen; das mehr oder weniger leichte Eindringen der Wurzeln in die umgebenden Erdschichten wird damit gleichfalls in entsprechendem Verhältniß stehen.

2) Die Consistenz und Festigkeit der Erden im trockenen und nassen Zustand nimmt so ziemlich in gleichem Verhältniß zu; die Thonböden sind sowohl im trocknen, als nassen Zustand am schwersten zu bearbeiten, die Sandböden und humusreichern Böden am leichtesten; hat man daher die Consistenz eines Erdreichs im trocknen Zustand gefunden, so wird man mit großer Wahrscheinlichkeit auf seine Consistenz im nassen Zustand schließen können.

3) Die Festigkeit und Consistenz eines Erdreichs steht mit seiner wasserhaltenden Kraft nicht in directem Verhältniß; einzelne Erden, die feine Kalkerde und Bittererde, der Humus, besitzen ihrer großen wasserhaltenden Kraft ungeachtet nur eine geringe Consistenz;

wir werden daher aus der erstern nicht auf die letztere schließen können.

4) Die Consistenz ist im Allgemeinen am größten bei den thonreichen Bodenarten; jedoch ist auch dieses nicht immer der Fall, indem die Thonarten selbst je nach der verschiedenen Feinheit und Dichtigkeit ihres Korns viele Verschiedenheiten zeigen; der feinschiefrige Mergel zeigt seines großen Thongehalts ungeachtet nur eine geringe Consistenz; auch die Pfeifenerde, ob sie gleich zu den reinsten feinen Thonarten gehört, hat eine weit geringere Consistenz, als die gewöhnlichen Thonarten der Ackererde; ich fand ihre Consistenz im trocknen Zustand nach dem Mittel einiger Versuche nur = 42, also nicht halb so groß, als beim grauen schweren Thon der Ackererden.

5) Leichte Bodenarten, namentlich Sandböden, gewinnen durch Feuchtigkeit sehr an Zusammenhang; auch der reinste Sand, welcher im trocknen Zustand allen Zusammenhang verliert und in ein völlig formloses Pulver zerfällt, erhält durch Befeuchtung wieder einigen Zusammenhang; ein feuchtes Clima mit einer größern mittlern Regenmenge wird daher unter übrigens gleichen Verhältnissen sandreichen Gegenden zuträglicher sein.

6) Die Adhäsion an eine Fläche von Holz zeigte sich bei allen Erden größer, als an Eisen, ohne Zweifel, weil Holz auch im bearbeiteten Zustand der feuchten Erde mehr Berührungspunkte darbietet, als das Eisen; es könnte diesem zu widersprechen scheinen, daß bei nasser Witterung das Erdreich öfter mit hölzernen, als eisernen Instrumenten, namentlich mit Eggen zu bearbeiten ist; der Grund dieser Erscheinung ist jedoch nicht in der geringern Adhäsion des Erdreichs zum Holz, sondern oft darin zu suchen, daß bei nasser Witterung eiserne Instrumente durch ihr größeres Gewicht tiefer in das Erdreich einsinken, als von Holz verfertigte.

Verminderung der Consistenz des Erdreichs durch das Durchfrieren desselben.

§. 119. Werden die Erden in ihrem feuchten Zustand der Winterkälte ausgesetzt, so daß sie völlig durchfrieren, so hat dieses auf ihre Consistenz einen bedeutenden Einfluß; trocknen sie nachher völlig aus und prüft man ihre Consistenz auf die eben erwähnte Art, so zeigt sich nun diese bedeutend vermindert; vorzüglich ist dieses bei Thonarten und Bodenarten von großer Consistenz in höherem Grad der Fall; ihre Festigkeit vermindert sich durch das Durchfrieren beinahe um die Hälfte; bei einem lehmartigen Thon verminderte sich die Consistenz von 69 auf 45 der oben gebrauchten Scale, bei einer Ackererde von 33 auf 20; die Gegenwart von Feuchtigkeit ist zu diesem Erfolg nothwendig; völlig trockne Erden erleiden durch den Frost keine Veränderung. Diese Erscheinung erklärt sich aus der durch das Gefrieren veranlaßten Krystallisation des in den Zwischenräumen der Erde enthaltenen Wassers; die einzelnen Erdtheilchen werden dadurch aus ihrer Lage gerückt und ihre Berührungspunkte damit vermindert.

Der wohlthätige Einfluß des Umbrechens des Erdreichs vor Eintritt der Winterkälte, wodurch der Frost die aufgerissenen Erdschollen vollkommener zu durchdringen im Stande ist, beruht namentlich auf dieser durch das Durchfrieren veranlaßten Verminderung der Consistenz; wird ein solches durch Frost lockerer gewordenes Erdreich im Frühjahr im zu nassen Zustand bearbeitet, so geht diese durch den Frost veranlaßte wohlthätige Auflockerung wieder verloren, indem dadurch die Erdtheilchen wieder in innigere Berührung gebracht werden; es beruht auf diesem Grunde, warum es für ein Erdreich so lange von nachtheiligen Folgen ist, wenn dessen Bearbeitung bei zu nasser Witterung vorgenommen wird.

Auswintern der Pflanzen durch Frost.

Das sogenannte Auswintern mancher Pflanzen in veränderlichen Wintern bei wenig Schnee, welches so leicht durch abwechselndes Gefrieren und Aufthauen erfolgt, findet gleichfalls seine Erklärung in dieser durch Frost veranlaßten Volumensvermehrung des Erdreichs; kleinere Pflanzen werden dadurch nach und nach in die Höhe gehoben, und ihre obern Wurzeln dadurch nicht selten ganz von Erde entblößt, welches oft ein Absterben der ganzen Pflanze zur Folge hat; Pflanzen mit stärkern und tiefer gehenden Wurzeln sind daher diesem Auswintern durch Frost weit weniger ausgesetzt.

Fähigkeit der Erden, mehr oder weniger schnell auszutrocknen, oder wasseranhaltende Kraft derselben.

§. 120. Für die Vegetation ist es von bedeutendem Einfluß, ob ein Erdreich die aufgenommene Feuchtigkeit wieder schnell an die atmosphärische Luft abgiebt, oder lange in sich zurückbehält. Durch folgendes Verfahren läßt sich diese Eigenschaft einer vergleichenden Prüfung unterwerfen. — Auf eine runde mit einem erhöhten Rand versehene Fläche von Blech bringt man eine bestimmte Menge der zu untersuchenden Erde; nachdem man diese zuvor völlig mit Wasser gesättigt hat, breitet man sie eben aus und bestimmt das Gewicht der Scheibe mit der Erde; man überläßt die Erde nun ruhig mehrere Stunden der Ausdünstung in einem geschlossenen Zimmer und bemerkt das Gewicht aufs Neue, woraus sich die Menge des in dieser Zeit verdünsteten Wassers ergiebt; stellt man gleichzeitig mit mehreren Erden diesen Versuch an, so wird man sie dadurch am sichersten in Beziehung auf dieses Verhältniß vergleichen können. Um die beim Anfang des Versuchs in der Erde enthaltene Wassermenge genau zu erhalten, trocknet man diese Erden nachher vollkommen durch künstliche Wärme aus, wodurch sich die Menge des verdünsteten Wassers leicht je auf 100 Theile des in der Erde enthaltenen Wassers reduciren läßt.

Das Gewicht einer durchnäßten Erde sei	310	Gran
Das Gewicht derselben Erde nach 24 Stunden	260	—
Das Gewicht der vollkommen ausgetrockneten Erde	200	—
so war die Menge des in 24 St. verdünsteten Wassers	50	—
und der Wassergehalt der Erde am Anfang des Versuchs	110	—

Da in diesem Fall von 110 Theilen des aufgenommenen Wassers 50 verdünsteten, so betrug die Menge des verflüchtigten Wassers je von 100 Theilen desselben 45,5 Theile ($110 : 50 = 100 : x$ und $x = \frac{5000}{110} = 45{,}5$). Folgende Tabelle enthält die Resultate der Versuche, welche ich hierüber je mit 200 Gran der einzelnen Erden in einer Temperatur von 15° R. erhielt; sie waren auf Flächen von 10 Quadratzoll ausgebreitet; die 2te Colonne der Tabelle enthält zugleich das Verhältniß der Zeit, in welcher die einzelnen Erden in derselben Temperatur nach und nach austrockneten; ich wählte nicht vollkommne Austrocknung, indem diese in einer Temperatur von 15° R. in freier Atmosphäre nie eintritt.

Erdarten	Fähigkeit auszutrocknen				
	Von 100,0 Theilen absorbirten Wassers verdünsteten bei 15° R. in 4 Stunden	Von 100,0 Theilen aufgenommenen Wassers verdünsteten 90,0 Theile bei 15° R. in			
Quarzsand . . .	88,4 Theile	4	Stund.	4	Min.
Kalksand	75,9 —	4	—	44	—
Gypserde	71,7 —	5	—	1	—
Lettenartiger Thon	52,0 —	6	—	55	—
Lehmartiger Thon	45,7 —	7	—	52	—
Klayartiger Thon .	34,9 —	10	—	19	—
Grauer reiner Thon	31,9 —	11	—	17	—
Feine Kalkerde . .	28,0 —	12	—	51	—
Humus	20,5 —	17	—	33	—
Bittererde . . .	10,8 —	33	—	20	—
Gartenerde . . .	24,3 —	14	—	49	—
Ackererde	32,0 —	11	—	15	—
Schiefriger Mergel .	68,0 —	5	—	53	—

Allgemeinere Bemerkungen über diese Eigenschaft mit weitern Versuchen hierüber.

§. 121. Es ergiebt sich hieraus näher Folgendes:

1) Die Benennungen eines hitzigen oder kalten, trocknen oder nassen Bodens beruhen vorzüglich auf dieser Eigenschaft der Erden; Sand, Gyps und schiefrige Mergel trocknen am schnellsten unter allen Erden wiederum aus; sie bilden daher sogenannte hitzige Böden.

2) Der kohlensaure Kalk zeigt auch in dieser Beziehung, je nach der verschiedenen Form, in welcher er sich in einem Erdreich findet, viele Verschiedenheiten; der Kalksand trocknet sehr schnell

wieder aus, während feine Kalkerde die in ihr enthaltene Feuchtigkeit weit langsamer an die Luft abgiebt, letztere hat aber vor dem Thon, unabhängig von ihrer chemischen Einwirkung auf den Humus, den bedeutenden Vorzug, auch nach dem Austrocknen ein lockeres Erdreich zu bilden.

3) Die Eigenschaft der Erden, mehr oder weniger langsam auszutrocknen, könnte mit der wasserhaltenden Kraft derselben in gleichem Verhältniß zu stehen scheinen; bei dünnen Erdschichten ist dieses allerdings nahehin der Fall; bei tiefern Erdschichten von mehreren Zollen Tiefe ändert sich dagegen dieses Verhältniß bedeutend ab, die tiefern Erdschichten trocknen in diesem Fall desto langsamer aus, je consistenter sie sind und je mehr sie sich beim Austrocknen in einen kleinern Raum zusammenziehen; thonreiche Thonböden zeigen dieses vorzüglich auffallend.

Um mich von diesem langsamern Abgeben der Feuchtigkeit bei tiefern Erdschichten näher durch messende Versuche zu überzeugen, brachte ich 10 in ihrer wasserhaltenden Kraft sehr verschiedene Erden in gleichgroß runde blecherne Gefäße von 1 Zoll Tiefe und 1⅜ Zoll Durchmesser, und ließ sie, nachdem sie zuvor mit Wasser gesättigt waren, in einem geschlossenen Zimmer, dessen Temperatur zwischen 15° bis 18° R. wechselte, nach und nach trocknen; ich bestimmte ihr Gewicht Anfangs, nach 36 Stunden und 4 Tage später. Sie gaben Anfangs nahehin, im Verhältniß ihrer wasserhaltenden Kraft, Feuchtigkeit an die Luft ab, wie dieses schon die vorhin angegebenen Versuche mit dünnern Erdschichten gezeigt hatten, sobald jedoch ihre Oberfläche etwas abgetrocknet war und sie sich in einen mehr oder weniger engen Raum zusammengezogen hatten, änderte sich dieses in folgendem verschiedenen Verhältniß ab; zu nähern Vergleichungen ist hier die wasserhaltende Kraft der zu diesen Versuchen angewandten Erden zugleich beigefügt.

Erdarten	In 4 Tagen verdünsteten Wasser	Wasserhaltende Kraft dieser Erden
	Gran	Procent
Kalksand	146	29
Lockere Gartenerde . .	143	89
Gypserde	136	27
Sehr lockere Torferde . .	132	366
Schiefriger Mergel . .	131	34
Ackererde	131	60
Feine Bittererde . . .	129	256
Schwarze Torferde, weniger locker	128	179
Grauer feiner Thon . .	123	70
Weißer feiner Thon . .	123	87

Es ergiebt sich hieraus, daß die verschiedene Lockerheit und Consistenz des Erdreichs auf das mehr oder weniger leichte Austrocknen der tiefern Erdschichten von bedeutendem Einfluß ist; die zu diesen Versuchen angewandte Gartenerde gab ihrer großen wasserhaltenden Kraft, in welcher sie dem reinen Thon nahe stand, ungeachtet, in derselben Zeit an die Luft wieder weit mehr Feuchtigkeit ab, als die Thonarten, ebenso trockneten die lockern Torferden und die Bittererde, ihrer großen wasserhaltenden Kraft ungeachtet, wieder verhältnißmäßig schneller, als diese; der graue feine Thon zeigte bei diesen Versuchen noch nach 14 Tagen eine feuchte Oberfläche, während die Oberfläche der Torferden und Bittererde schon mehrere Tage früher völlig trocken war; da schon bei Erdschichten von 1 Zoll Tiefe die Consistenz und Fähigkeit, sich in einen engern Raum zusammenzuziehen, einen so großen Einfluß auf das Austrocknen besitzt, so wird dieses in noch weit höherm Grad bei Erdschichten von einigen Zollen Tiefe der Fall sein.

Volumensverminderung durch das Austrocknen.

§. 122. Die meisten Erden ziehen sich durch das Austrocknen in einen engern Raum zusammen; es entstehen dadurch oft Risse und Sprünge im Boden, welche in hohem Grad selbst schädlich auf die Vegetation einwirken, indem feinere, oft horizontal sich verästelnde Wurzeln, welche den Pflanzen nicht selten die meisten Nahrungsmittel zuführen, theils von Erde entblößt, theils zerrissen werden. — Um Bodenarten in dieser Beziehung einer vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen, kann man sich folgenden Verfahrens bedienen: Man formt sich von den zu vergleichenden Erden in ihrem nassen Zustand gleich große würfelförmige Stücke von wenigstens 10 pariser Linien Höhe, Breite und Länge, also 1000 Cubiklinien Inhalt, oder läßt solche Erden in einem genau gearbeiteten Cubikzoll nach und nach austrocknen; nach einiger Zeit, wenn sich das Gewicht dieser würfelförmigen Erdstücke durch weiteres Austrocknen nicht mehr ändert, mißt man die Größe dieser Würfel nach einem Maaßstab, auf welchem sich $\frac{1}{10}$ Linie unterscheiden lassen, woraus sich das Volumen der Erde leicht berechnen und dadurch die durch das Austrocknen entstehende Volumensverminderung finden läßt.

Die mit den einfachern Erden angestellten Versuche zeigten mir in dieser Beziehung folgende Verschiedenheiten:

Erdarten	1000 Cubiklinien verminderten ihr Volumen bis auf	1000 Theile verminderten daher ihr Volumen um
Quarz- und Kalksand	ohne Veränderung	0
Feine Kalkerde . .	950 Cubiklin.	50 Theile
Lettenartiger Thon .	940 —	60 —
Lehmartiger Thon .	911 —	89 —
Klayartiger Thon .	886 —	114 —
Grauer reiner Thon .	817 —	183 —
Kohlensaure Bittererde	846 —	154 —
Humus	800 —	200 —
Gartenerde	851 —	149 —
Ackererde	880 —	120 —
Schiefriger Mergel .	965 —	95 —

Allgemeine Bemerkungen.

1) Der Gyps zeigte sich in dieser Beziehung den Sandarten sehr ähnlich, er verminderte sein Volumen durchs Austrocknen nur sehr unbedeutend.

2) Die feine Kalkerde zeigt beim Austrocknen ihrer großen wasserhaltenden Kraft ungeachtet nur eine sehr geringe Volumensverminderung, welche bei weitem nicht so bedeutend ist, als beim Thon; diese Eigenschaft der Erden steht daher mit der wasserhaltenden Kraft derselben in keinem directen Verhältniß, ebenso wenig mit der Consistenz und Festigkeit des Bodens; der Humus zieht sich, seiner geringen Consistenz ungeachtet, beim Austrocknen in einen bedeutend kleinern Raum zusammen.

3) Unter den von Humus reinen Erden zeigt der Thon die größte Volumensverminderung durch das Austrocknen; Zusatz von Sand oder Kalk vermindert dieses bedeutend.

4) Die Eigenschaften vieler Mergelarten, durch Befeuchten in viele kleine Stückchen zu zerfallen, scheint sich vorzüglich aus dieser großen Verschiedenheit der Volumensverminderung durch das Austrocknen zu erklären, welche Thon und Kalk, die Bestandtheile des Mergels, erleiden, wenn sie im trocknen Zustand befeuchtet werden; die einzelnen Theile verändern dadurch in verschiedenem Verhältniß ihr Volumen, welches ein leichteres Zerfallen zur Folge hat.

5) Der Humus erleidet durch das Austrocknen, unter den gewöhnlichen Bestandtheilen des Bodens, die größte Volumensverminderung, er zieht sich durchs Austrocknen um $\frac{1}{5}$ seines Volumens zusammen, und dehnt sich in diesem Verhältniß wieder aus, wenn er mit Wasser benetzt wird; es erklärt sich hieraus, warum sich in humusreichen feuchten Torfniederungen die Erdoberfläche oft um einige Zolle erhöht oder erniedrigt, je nachdem das Erdreich mit mehr oder weniger Wasser durchdrungen ist, und warum diese Erhöhung von

nassen Torfböden noch bedeutender wird, wenn bei nässer Witterung schnell strenge Kälte einfällt, indem das Gefrieren das Volumen der zuvor mit Wasser durchdrungenen Theile noch mehr vermehrt; ebenso beruht es hierauf, warum solche humusreiche Torfniederungen im nassen Zustand beim starken Auftreten eine auffallende Nachgiebigkeit besitzen und oft das Gefühl des Schwankens veranlassen.

Eigenschaft der Erden, Feuchtigkeit aus der Atmosphäre zu absorbiren.

§. 123. Die meisten im Boden sich befindenden Erdarten haben die Eigenschaft, in ihrem trocknen Zustand Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren, welches auf ihre verschiedene Fruchtbarkeit von bedeutendem Einfluß ist.

Die Größe dieser Absorption läßt sich finden, wenn man eine bestimmte Menge der feinen, zuvor völlig getrockneten Erde auf eine Scheibe ausbreitet und diese unter eine Glasglocke setzt, welche unten durch Wasser gesperrt ist, wie dieses Fig. 3. der beiliegenden Tafel näher zeigt; a b ist die auf einer Scheibe liegende Erde, welche auf einem Träger ruht; c d ist das unten etwas Wasser enthaltende Gefäß, womit die Glasglocke gesperrt ist; man läßt die Erden gleich lange 12, 24, 48 Stunden in einer mittlern Temperatur von 12 oder 15 Grad unter dieser Glasglocke stehen, und wiegt sie dann wieder; die Gewichtszunahme entspricht der Menge des absorbirten Wassers. Folgende Tabelle enthält eine nähere Zusammenstellung der Resultate, welche mir in dieser Beziehung die gewöhnlichen Erden zeigten; die Versuche wurden sämmtlich in einer Temperatur angestellt, welche zwischen 12 bis 15 Grad R. wechselte, und die Größe der Absorption nach Granen bestimmt.

Erdarten	1000 Gran Erde in eine Fläche von 50 Quadratzoll verbreitet absorbirten in			
	12 Stunden	24 Stunden	48 Stunden	72 Stunden
	Gran	Gran	Gran	Gran
Quarzsand . . .	0	0	0	0
Kalksand . . .	2	3	3	3
Gypserde . . .	1	1	1	1
Lettenartiger Thon	21	26	28	28
Lehmartiger Thon	25	30	34	35
Klayartiger Thon .	30	36	40	41
Grauer reiner Thon	37	42	48	49
Feine Kalkerde . .	26	31	35	35
Feine Bittererde .	69	76	80	82
Humus	80	97	110	120
Gartenerde . . .	35	45	50	52
Ackererde	16	22	23	23
Schiefriger Mergel	24	29	32	33

Allgemeine Bemerkungen.

1) Außer dem Quarzsand haben alle Erdarten des Bodens die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren; der schiefrige Mergel, der sich in Ansehung der Consistenz und wasserhaltenden Kraft mehr den Sandarten nähert, zeichnet sich in dieser Beziehung vortheilhaft vor diesen aus; am stärksten zeigt sich im Allgemeinen diese Absorption bei Thonböden, vorzüglich wenn sie zugleich humushaltig sind.

2) Der Humus zeigt unter den einfachern Bestandtheilen des Bodens die größte Absorption; jedoch zeigen in dieser Beziehung die Humusarten selbst wieder Verschiedenheiten; die rein vegetabilische, blos aus Torf dargestellte, ausgetrocknete Humussäure absorbirt nach weitern von mir angestellten Versuchen die Feuchtigkeit weit weniger leicht aus der Luft, als die aus thierischem Dünger dargestellte.

3) Die Absorption ist immer am stärksten am Anfang; die Erden absorbiren verhältnißmäßig immer weniger, je mehr sie sich nach und nach mit Feuchtigkeit gesättigt haben, sie sind gewöhnlich nach wenigen Tagen gesättigt; werden sie dem Sonnenlicht ausgesetzt, so verflüchtigt sich wieder ein Theil der absorbirten Feuchtigkeit; in der Natur scheint in dieser Beziehung ein täglicher periodischer Wechsel Statt zu haben, welcher für die Fruchtbarkeit nur wohlthätig sein kann; die Erden absorbiren des Nachts Feuchtigkeit, welche sie den Tag über wiederum zum Theil abgeben.

4) Fruchtbare Ackererden besitzen zwar im Allgemeinen eine große Absorptionsfähigkeit; demungeachtet werden wir aus der Größe der Absorption eines Erdreichs noch nicht allein auf die Fruchtbarkeit desselben schließen können, indem auch thonreiche Bodenarten ohne allen Humusgehalt bedeutend Feuchtigkeit aus der Luft absorbiren; bei den obigen Versuchen absorbirte der reine unfruchtbare Thon in 12 Stunden 37 Gran Feuchtigkeit, also mehr als eine sehr fruchtbare Gartenerde, welche in derselben Zeit nur 35 Gran absorbirt hatte. Die Annahme Davy's *), die Absorptionsfähigkeit des Erdreichs als ein Kennzeichen seiner Fruchtbarkeit anzunehmen, erleidet daher viele Ausnahmen, und könnte, allein angewandt, leicht trügen.

Eigenschaft der Erden, Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren.

§. 124. Die Erden besitzen die merkwürdige Eigenschaft, Sauerstoffgas aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren, eine Erscheinung, worauf schon vor mehrern Jahren Alexander von Humboldt aufmerksam machte **); sie wurde zwar später von einzelnen Naturforschern bezweifelt, eine neuere größere Reihe von Versuchen, welche ich einzeln schon näher in Schweiggers Journal der Chemie im 8ten Band Seite 141 u. f. der neuern Reihe mittheilte, zeigte mir jedoch diese Eigenschaft der Erden beinahe ohne Ausnahme bestätigt, sobald die

*) Davy's Agriculturchemie, übersetzt von Wolf. Berlin 1814. S. 209.

**) Gilberts Annalen der Physik. Bd. I. S. 512.

Erden zu diesem Zweck im feuchten Zustand angewandt werden; die Fähigkeit der Erden, Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren, scheint daher in der trocknern Jahreszeit zur Einleitung dieses Processes von großer Wichtigkeit zu sein.

Um diese Eigenschaft der Erden näher zu prüfen, bringe man bestimmte Quantitäten der einzelnen Erden, jedesmal etwa 200 Gran, in ihrem befeuchteten Zustand in gleich große gläserne Flaschen von etwa 3 bis 4 Cubikzoll atmosphärischer Luft, verschließe sie luftdicht durch Glasstöpsel, die zugleich am Rand mit einem harzigen Kitt umgeben werden, und untersuche diese Luft nach mehrern Tagen auf ihren Gehalt an Sauerstoffgas durch ein genaues Eudiometer, woraus sich die Menge des absorbirten Sauerstoffgases aus dessen Verminderung in der darüberstehenden Luft sogleich ergiebt. — Folgende Tabelle enthält näher die Resultate, welche mir in dieser Beziehung die einzelnen Erden zeigten; die Versuche wurden in gläsernen Gefäßen von 15 Cubikzoll Inhalt je mit 1000 Gran der einzelnen Erden im mäßig befeuchteten Zustand in einer Temperatur von 12 bis 15° R. angestellt; nur bei der Bittererde wurde wegen ihrer Leichtigkeit blos die Hälfte genommen; die zurückbleibende Luft wurde durch das voltaische Eudiometer zerlegt; aus dem Volumen der absorbirten Luft wurde zugleich ihre Menge dem Gewicht nach berechnet; zur Vergleichung wurden andere Erden derselben Art im völlig trocknen Zustand gleichfalls der Absorption ausgesetzt.

Erdarten	Im trocknen Zustande absorbirten	Im nassen Zustande absorbirten 1000 Gran Erde aus 15 Cubikzoll atmosphär. Luft von 21 Procent Sauerstoffgehalt in 30 Tagen		
		nach Procent.	Cubikzoll	Gran
Quarzsand . . .	0	1,6	0,24	0,10
Kalksand . . .	0	5,6	0,84	0,35
Gypserde . . .	0	2,7	0,40	0,17
Lettenartiger Thon	0	9,3	1,39	0,59
Lehmartiger Thon	0	11,0	1,65	0,70
Klayartiger Thon	0	13,6	2,04	0,86
Grauer reiner Thon	0	15,3	2,29	0,97
Feine Kalkerde . .	0	10,8	1,62	0,69
Bittererde . . .	0	17,0	2,66	1,08
Humus	0	20,3	3,04	1,29
Gartenerde . . .	0	18,0	2,60	1,10
Ackererde	0	16,2	2,43	1,03
Schiefriger Mergel	0	11,0	1,65	0,70

Allgemeine Bemerkungen, mit einigen weitern Versuchen über diese Eigenschaft.

§. 125. 1) Durchs Austrocknen verlieren die Erden sämmtlich die Eigenschaft, Sauerstoff aus der Luft zu absorbiren, erhalten sie jedoch in sehr verschiedenem Verhältniß, sobald sie befeuchtet werden; werden sie einige Linien hoch mit Wasser bedeckt in die Gefäße eingeschlossen, so zeigt sich diese Absorption gleichfalls; wird jedoch in dieselben Gefäße Wasser allein in derselben Menge eingeschlossen, so absorbirt dieses in derselben Zeit nur sehr wenige Theile von Procenten, zum deutlichen Beweis, daß die Erden selbst es sind, wodurch dieser Proceß in verschiedenem Verhältniß eingeleitet wird.

2) Der Humus zeigt unter den gewöhnlichen Erden die größte Sauerstoffabsorption; ihm nähern sich die Thonarten; die geringste zeigt der Sand; fruchtbare, an Humus reichere Erden absorbiren im Allgemeinen mehr, als andere an Humus und Thon ärmere; die über ihnen stehende abgeschlossene Luft wird zuletzt so arm an Sauerstoff, daß Lichter in ihr erlöschen und Thiere ersticken würden.

3) In der Art der Absorption verhält sich der Humus von den übrigen unorganischen Erden wesentlich verschieden; der Humus verbindet sich zum Theil wirklich chemisch mit dem Sauerstoff und geht in höher oxydirten Zustand über, wobei sich zugleich etwas Kohlensäure bildet; die unorganischen übrigen Erden absorbiren dagegen das Sauerstoffgas ohne innige Verbindung; werden sie in erhöhter Temperatur von 60° bis 70° R. getrocknet, so entweicht der Sauerstoff wieder, und sie absorbiren diesen aufs Neue, so wie sie befeuchtet werden; es läßt sich daher mit derselben Erde dieser Versuch mehrmals wiederholen.

4) Bei gefrorenen oder mit einer Eisschicht bedeckten Erden findet keine Sauerstoffabsorption Statt, so wenig als bei völlig trockenen Erden; bei mäßig warmer Temperatur von 12—15° R. absorbiren die Erden in derselben Zeit mehr Sauerstoff, als in einer nur wenige Grade über dem Eispunkt erhöhten Temperatur.

5) Werden namentlich fruchtbare Erden, mit etwas Wasser bedeckt, in der wärmern Jahreszeit der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt, so bilden sich auf ihrer Oberfläche gewöhnlich bald einzelne Conferven, die sogenannte prißleyische grüne Materie (Protococcus viridis Agardh und Priestleya botryoides Meyen); sobald sich diese gebildet haben, entwickelt sich durch das auf diese Vegetation einwirkende Sonnenlicht etwas Sauerstoff; wird dieser Versuch in abgeschlossenen Glasgefäßen angestellt, so zeigt sich eine deutliche Vermehrung der über der Erde stehenden Luft; der Sauerstoffgehalt zeigte sich mir bei einigen Versuchen bis auf 25 und 27 Procent vermehrt, während die atmosphärische Luft dieser Gefäße am Anfang dieses Versuchs wie gewöhnlich nur 21 Procent Sauerstoffgas enthalten hatte; es spricht diese Erscheinung für manche andere Erfahrungen, welche es wahrscheinlich machen, daß ein Theil des Sauerstoffgases, welches während der wärmern Jahreszeit durch so viele Lebens- und

Vegetationsprozesse eine Verminderung erleidet, durch die Einwirkung des Sonnenlichts auf das Pflanzenreich wieder ersetzt wird.

6) Was die nähere Ursache dieser Sauerstoffgasabsorption betrifft, so beruht sie theils auf der allgemeinern Eigenschaft vieler poröser Körper, im feuchten Zustand vorzugsweise Sauerstoffgas zu absorbiren, ohne sich gerade chemisch mit diesen Körpern zu verbinden, wie dieses bereits Ruhland näher nachgewiesen hat; theils ist der Grund davon in dem Gehalt an Humus und Eisenoxyden zu suchen, welche die Ackererden immer bald in größerer, bald geringerer Menge enthalten; werden die Erden vorher ausgeglüht, wodurch sich ihre Humustheile verflüchtigen und ihr Eisenoxyd in höher oxydirten Zustand übergeführt wird, so vermindert sich dadurch ihre Sauerstoffabsorption bedeutend, und verschwindet zum Theil ganz.

Erscheinungen, welche sich aus dieser Sauerstoffgasabsorption erklären.

§. 126. 1) Sehr viele Erscheinungen sprechen dafür, daß der Sauerstoff eine der wichtigsten Rollen in der Oekonomie des thierischen und Pflanzenkörpers spielt; daß seine Gegenwart zur Keimung der Samen und zum Wachsthum der Pflanzen überhaupt höchst nothwendig ist; durch Auflockern, Behacken, Pflügen und Bearbeitung des Bodens überhaupt, werden abwechselnd andere Erdschichten mit der Luft in Berührung gebracht, und durch Absorption des Sauerstoffgases gleichsam befruchtet; aus obigen Versuchen ergiebt sich jedoch, daß ein völliges Austrocknen auf diesen Prozeß nicht günstig einwirkt, und daß es daher auch in dieser Beziehung zweckmäßiger sein wird, das Erdreich in einem mäßig feuchten Zustand zu erhalten.

2) Frisch aus der Tiefe gegrabene Erdschichten zeigen sich gewöhnlich anfangs weniger fruchtbar, als nachher, nachdem sie längere Zeit der Luft ausgesetzt waren und einige Zeit bearbeitet wurden, sie scheinen sich dadurch oft erst mit der für die Vegetation nöthigen Menge Sauerstoff zu sättigen, während sie zugleich lockerer werden und ihnen durch Dünger oder abgestorbene Vegetabilien mehr Humustheile zugeführt werden.

3) Humushaltige Thonböden zeigen eine vorzüglich starke Sauerstoffabsorption; sie erhalten sich auch bei trockener Witterung länger feucht, als sandreiche Bodenarten, welches beides zu ihrer Fruchtbarkeit beitragen muß, namentlich, wenn sie zugleich die hinreichende Lockerheit haben.

4) In unterirdischen von der Luft abgeschlossenen Behältnissen, namentlich in Bergwerken, bilden sich nicht selten erstickende Luftarten, sogenannte böse Wetter, eine Erscheinung, welche oft eine Folge dieser Sauerstoffgasabsorption zu sein scheint; die diese Behältnisse auskleidenden Gebirgsarten sind häufig feucht und thonreich, sie können dadurch leicht das Sauerstoffgas der in ihnen abgeschlossenen Luft absorbiren, während in ihnen die Stickluft zurückbleibt; sind diese Gebirgsschichten zugleich humus- oder überhaupt kohlenstoffhaltig, wie dieses bei Kohlenblende, Steinkohlen und andern der Fall

ist, so wird sich auch kohlensaures Gas bilden; ereignet sich zugleich eine Wasserzersetzung, etwa durch Metalle veranlaßt, wie dieses leicht durch Schwefelkiese geschehen kann, so wird sich auch Wasserstoffgas und dadurch auch leicht Knallluft bilden können.

5) In thonreichen Erdschichten bilden sich nicht selten Salpetersäure und salpetersaure Salze; namentlich geschieht dieses bei der künstlichen Salpetererzeugung in den Salpeterplantagen; auch ereignet sich dieses hier und da in den obern Erdschichten von selbst ohne Einwirkung der Kunst, wie dieses schon oben bei den salpetersauren Salzen des Bodens von größern Districten Brasiliens angeführt wurde; wahrscheinlich hat bei diesen Bildungen von Salpetersäure die durch die Erden eingeleitete Sauerstoffgasabsorption einen sehr bedeutenden Einfluß.

Wärmehaltende Kraft der Erden.

§. 127. Die Erden haben die Eigenschaft, die ihnen durch das Sonnenlicht oder die Temperatur der Atmosphäre mitgetheilte Wärme in einer verschieden langen Zeit wieder an die Umgebungen abzugeben und daher mehr oder weniger lange in sich zurückzubehalten; diese Eigenschaft läßt sich daher ihre wärmehaltende Kraft nennen; sie ist nicht mit der specifischen Wärme gleichbedeutend, indem sie nicht blos auf dieser, sondern zugleich auf der verschiedenen Leitungsfähigkeit für Wärme beruht; sie ist im Allgemeinen desto größer, je größer die specif. Wärme einer Erde ist, und je weniger sie die Wärme leitet; beides zusammen läßt sich daher kurz durch wärmehaltende Kraft der Erden bezeichnen.

Am zweckmäßigsten ist es, die Erden in Beziehung auf ihre wärmehaltende Kraft in gleichen Quantitäten dem Volumen nach zu vergleichen, indem wir bei den Erden im Großen immer mit Flächen von Erden in ganzen Feldern zu thun haben. Man kann sich zur Prüfung der wärmehaltenden Kraft folgenden Verfahrens bedienen: Man bringt gleiche Quantitäten der einzelnen Erden im trocknen Zustand in gleich große Gefäße von dünnem Blech, erwärmt sie bis auf dieselbe Temperatur, und beobachtet durch ein in ihre Mitte gesetztes Thermometer die Zeit, welche sie bedürfen, um sich wieder bis auf denselben Temperaturgrad abzukühlen.

Die einzelnen Erden zeigten mir in dieser Beziehung folgende Verschiedenheit; ich erwärmte je 30 Cubikzoll der einzelnen Erden bis auf 50° R. und beobachtete in einem geschlossenen Zimmer in einer Temperatur von 13° R. die Zeit, welche die Erden bedurften, um bis auf 17° R. zu erkalten; ich setzte die wärmehaltende Kraft des Kalksands = 100,0 und reducirte hierauf die übrigen.

Erdarten	Wärmehaltende Kraft die des Kalksands = 100,0 gesetzt	Länge der Zeit, welche 30 Cubikzoll Erde nöthig hatten, um in einer Temperatur von 13° R. von 50° bis 17° zu erkalten
Kalksand . . .	100,0	in 3 Stunden 30 Min.
Quarzsand . .	95,6	— 3 — 20 —
Gypserde . .	73,8	— 2 — 34 —
Lettenartiger Thon	76,9	— 2 — 41 —
Lehmartiger Thon	71,8	— 2 — 30 —
Klayartiger Thon	68,4	— 2 — 24 —
Grauer reiner Thon	66,7	— 2 — 19 —
Feine Kalkerde .	61,3	— 2 — 10 —
Humus . . .	49,0	— 1 — 43 —
Feine Bittererde .	38,0	— 1 — 20 —
Gartenerde . .	64,8	— 2 — 16 —
Ackererde . .	70,1	— 2 — 27 —
Schiefriger Mergel	98,1	— 3 — 26 —

Allgemeine Bemerkungen.

1) Die Sandarten besitzen die größte wärmehaltende Kraft, wenn die Erden in gleichen Quantitäten dem Volumen nach verglichen werden; haben sie eine gewisse Temperatur erlangt, so behalten sie diese bedeutend länger, als die meisten übrigen Erden; es erklärt sich hieraus die größere Trockenheit und Hitze, welche Sandgegenden im Sommer haben; auch nach Sonnenuntergang müssen solche Gegenden noch länger eine höhere Temperatur behalten, als andere, deren Erdarten eine geringere wärmehaltende Kraft besitzen; die geringe wasserhaltende Kraft der Sandböden, wodurch ihnen auch durch die Ausdünstung weniger Wärme entzogen wird, muß dieses noch mehr erhöhen.

2) Der schiefrige Mergel steht den Sandarten in Ansehung der wärmehaltenden Kraft am nächsten; zugleich hat er eine größere wasserhaltende Kraft, als diese, welches zu seiner Fruchtbarkeit beitragen muß.

3) Unter den gewöhnlichen Bestandtheilen des Bodens hat der Humus die geringste wärmehaltende Kraft, wenn die Erden in gleichen Quantitäten dem Volumen nach verglichen werden; humusreiche Torfböden erwärmen demungeachtet gewöhnlich nur langsam, weil sie eine sehr große wasserhaltende Kraft haben, und sich das in ihnen enthaltene Wasser zuerst zum Theil verflüchtigen muß, womit wieder ein Wärmeverlust verbunden ist, wie wir sogleich aus folgendem § ersehen werden.

4) Die geringe wärmehaltende Kraft, wie sie die künstlich dargestellte feine Bittererde zeigt, dürfte wohl diese Erde als Gemengtheil

des Bodens selten haben, indem sie im Erdreich gewöhnlich in dichter Form in Verbindung mit andern Erden vorkommt, in Sandarten und schiefrigen Mergeln, welche meist eine große wärmehaltende Kraft besitzen.

5) Vergleicht man die wärmehaltende Kraft der Erden näher mit den übrigen physischen Eigenschaften derselben, so zeigt sie sich mit dem Gewicht eines bestimmten Volumens Erde (mit dem absoluten Gewicht) noch am meisten in Verhältniß; je mehr Masse die Erde in demselben Volumen besitzt, je größer ist im Allgemeinen ihre wärmehaltende Kraft; wir können daher aus dem absoluten Gewicht einer Erde mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf ihre größere oder geringere wärmehaltende Kraft schließen.

Erwärmung der Erden durch das Sonnenlicht.

§. 128. Die Erden erwärmen sich in verschiednem Verhältniß durch das Sonnenlicht; ist ein Erdreich nicht durch Blätter beschattet, wie dieses im Frühling und oft in den spätern Sommermonaten nicht selten der Fall ist: so kann dieses auf die Vegetation von sehr verschiedenem Einfluß sein; die Benennungen eines kalten oder hitzigen Bodens beruhen zum Theil hierauf. Ein Boden, welcher aus einem hell gefärbten Thon besteht, wird weit langsamer und schwächer durch das Sonnenlicht erwärmt, als ein dunkelgefärbter trockner Sandboden; schwarze humusreiche Gartenerde erwärmt sich stärker, als magere Kalk- oder Thonerde.

Auf die Stärke der Erwärmung fließen übrigens sehr verschiedene äußere Umstände ein, welche sich auf folgende 4 Punkte zurückführen lassen: 1) die verschiedene Farbe der Erdoberfläche 2) der verschiedene Grad der Feuchtigkeit, in welcher sich die dem Sonnenlicht ausgesetzte Erde befindet, 3) die verschiednen Bestandtheile der Erde selbst und 4) der verschiedne Winkel, unter welchem die Sonnenstrahlen auf die Erde auffallen; der Einfluß jeder dieser Umstände verdient eine nähere Betrachtung.

Einfluß der Farbe der Erde auf ihre Erwärmung durch das Sonnenlicht.

§. 129. Der Einfluß der Farbe auf die Größe der Erwärmung läßt sich einfach auf folgende Art beobachten: Man bringt in die verschiednen Erden Thermometer, deren Kugeln man etwa eine Linie hoch mit Erde bedeckt; um ihnen eine verschiedne Farbe zu ertheilen, überstreut man sie mit verschieden gefärbten Pulvern, während man andere in ihrer natürlichen Farbe dem Sonnenlicht aussetzt; zur Ertheilung der schwarzen Farbe kann man sich des Kienrußes, zur Ertheilung der weißen Farbe feiner Bittererde bedienen, welche man mittelst eines feinen Florsiebs auf die Oberfläche der Erde streut.

Setzt man die Erden auf diese Art dem Sonnenlicht aus, so erhalten die schwarzgefärbten Erden immer eine bedeutend höhere Temperatur, als die natürlich grau gefärbten, und diese erwärmen sich wieder mehr, als künstlich weiß gefärbte Erden; die Temperatur-

verschiedenheiten betragen gewöhnlich mehrere Grade. Bei Versuchen, welche ich hierüber in der 2ten Hälfte Augusts anstellte, erhöhte sich bei einer Temperatur der Luft im Schatten von 20° R. die Oberfläche von schwarzgefärbtem Sand von 20° bis 40,7 Grad, bei natürlich gefärbter Oberfläche bis 35,8, bei weißer Oberfläche dagegen bis 34,6° R.; setzt man die durch die weiße Oberfläche veranlaßte Temperaturerhöhung von 14,6 Grad = 1, so veranlaßte hier die schwarze Farbe eine um 6,1°, also nahe um die Hälfte stärkere Temperaturerhöhung; entsprechende Verschiedenheiten zeigen die übrigen Erden. Werden die verschieden gefärbten Erden auch stundenlang dem Sonnenlicht ausgesetzt, so erreichen sie dennoch nie dieselbe Temperatur; die heller gefärbten Erden bleiben immer bedeutend kühler, während sich die schwarzgefärbten am meisten erhitzen.

Es erklärt sich hieraus, warum schon bloßes Ausstreuen von Erde, Asche oder irgend eines grauen, dunkler als Schnee gefärbten Pulvers, das Schmelzen des Schnees befördert, ebenso wie dunkle Anstriche von Wänden und Mauern oder von Natur dunkler gefärbte Gebirgsarten, manche Schieferarten und schiefrige Mergel auch in dieser Beziehung das frühere Reifwerden des an ihnen gepflanzten Obstes, Weintrauben, Melonen u. s. w. befördern können.

Einfluß der Feuchtigkeit auf die Erwärmung des Erdreichs.

§. 130. Der Einfluß des feuchten oder trocknen Zustandes des Erdreichs auf die Größe seiner Erwärmung, ist nicht weniger von bedeutendem Einfluß; setzt man Erden derselben Art im trocknen und nassen Zustand dem Sonnenlicht aus, so erhält die nasse Erde nie dieselbe Temperatur; ihre Temperatur ist, so lange sie naß ist, immer um mehrere Grade geringer, als die der trocknen Erde. Die durch die Verdünstung ihres Wassers entstehende Temperaturerniedrigung beträgt oft 5 bis 6 Grad R.

Die einzelnen Erden zeigen in dieser Beziehung anfangs, so lange sie mit Wasser gesättigt sind, nur wenige Verschiedenheiten, indem sie in ihrem mit Wasser gesättigten Zustand Anfangs in derselben Zeit eine ziemlich gleiche Menge Wasser an die Luft abgeben; so wie sie aber etwas an der Luft austrocknen, werden die Temperaturverschiedenheiten größer; hellgefärbte Erden mit großer wasserhaltender Kraft erwärmen sich daher am langsamsten; dunkler gefärbte Sand- und Schieferarten von geringer wasserhaltender Kraft erwärmen sich dagegen aus doppeltem Grund schneller und stärker.

Einfluß der verschiednen Bestandtheile auf die Erwärmung.

§. 131. Die verschiednen Bestandtheile der Erden an sich haben auf ihre Fähigkeit, sich in der Sonne verschieden zu erwärmen, weit geringern Einfluß, als Farbe und Feuchtigkeit der Erden; ertheilt man den Erden künstlich dieselbe Farbe und setzt sie in denselben Zustand der Trockenheit dem Sonnenlicht aus, so sind die Tem-

peraturverschiedenheiten nur unbedeutend; so daß sich die Verschiedenheiten, welche die einzelnen Erden in dieser Beziehung im natürlichen Zustand zeigen, vorzüglich auf diese 2 Hauptumstände zurückführen lassen.

Folgende Tabelle enthält die Resultate einer Reihe von Versuchen, welche ich über die verschiedene Erwärmungsfähigkeit durch die Sonne bei heiterer Witterung anstellte; ich brachte die Erden in Gefäße von 4 Quadratzoll Oberfläche und ½ Zoll Tiefe und setzte sie auf die obenbemerkte Art verschieden gefärbt und mit Thermometern versehen dem Sonnenlicht aus; die Beobachtungen wurden in der 2ten Hälfte Augusts zwischen 11 und 3 Uhr angestellt, während die Temperatur der Luft im Schatten zwischen 18 bis 20° wechselte. Da nicht alle Beobachtungen gleichzeitig angestellt werden konnten, so wurde die Temperatur, welche Sand in derselben Zeit erhielt, jedesmal als Vergleichungspunkt genommen, auf welchen alle einzelnen Beobachtungen reducirt wurden.

Erdarten	Mittlere höchste Temperatur der obersten Erdschichten bei 20° R.			
	bei natürlich gefärbter Oberfläche		bei trockner Erde	
	bei nasser Erde	bei trockner Erde	bei weißer Oberfläche	bei schwarzer Oberfläche
Quarzsand, hellgelblichgrau . .	29,8°	35,8°	34,6°	40,7°
Kalksand, weißlichgrau . . .	29,9	35,6	34,6	40,9
Gyps, hellerweißgrau	29,0	34,9	34,8	41,0
Lettenartiger Thon, gelblich . .	29,4	35,3	33,9	39,8
Lehmartiger Thon, gelblich . .	29,8	35,6	33,7	39,6
Klayartiger Thon, gelblichgrau	29,9	35,7	33,5	39,3
Feiner bläulichgrauer Thon . .	30,0	36,0	33,0	39,1
Kalkerde, weiß	28,5	34,4	34,3	40,4
Bittererde, reinweiß	28,1	34,1	34,1	39,7
Humus, bräunlichschwarz . . .	31,8	37,9	34,0	39,5
Gartenerde, schwärzlichgrau .	30,0	36,2	33,9	40,2
Ackererde, grau	29,2	35,4	33,6	40,0
Schiefriger Mergel, bräunlichroth	31,0	37,0	33,9	40,6

Einfluß der Neigung des Erdreichs auf die Größe seiner Erwärmung durch das Sonnenlicht.

§. 132. Die verschiedne Neigung des Erdreichs gegen das einfallende Sonnenlicht hat endlich auf die verschiedne Erwärmung einen sehr bedeutenden Einfluß; die Erwärmung ist unter übrigens gleichen Umständen immer desto größer, je mehr sich der Winkel,

welchen die Erdoberfläche mit dem Sonnenlicht bildet, einem rechten Winkel oder 90 Grad nähert; beträgt die durch die Sonnenstrahlen veranlaßte Temperaturerhöhung 20 bis 28 Grad, wie dieses an heitern Sommertagen oft der Fall ist, so wird diese Temperaturerhöhung nur halb so groß sein, wenn sich dasselbe Licht durch ein mehr schiefes Einfallen auf eine doppelt so große Fläche verbreitet, wenn der Sinus des Einfallswinkels nur halb so groß ist. Es erklärt sich hieraus genügend, wie die Hitze am Abhang gegen Süden geneigter Berge und Felsen auch in unserm Clima oft so bedeutend zunehmen kann; steht die Sonne 60 Grad über dem Horizont, wie dieses gegen Mittag in der Mitte des Sommers bald mehr, bald weniger der Fall ist, so fallen die Sonnenstrahlen an Bergabhängen, welche unter einem Winkel von 30 Grad gegen den Horizont geneigt sind, unter einem rechten Winkel auf. Sind die Abhänge noch steiler, so fallen die Sonnenstrahlen auch in den spätern Sommermonaten noch häufiger unter diesem Winkel auf. Solche Abhänge eignen sich daher in unsern geographischen Breiten vorzüglich zur Cultur von Pflanzen, welche eine höhere Temperatur bedürfen, namentlich zum Weinbau (§. 5. der Agronomie).

Vergleicht man die Fähigkeit der Sonnenstrahlen, das Erdreich zu erwärmen, näher in den verschiedenen Jahreszeiten, so zeigt sich dieser verschiedene Einfluß des Neigungswinkels gegen das einfallende Sonnenlicht deutlicher. Ich stellte hierüber seit einigen Jahren zu Tübingen nähere Beobachtungen an, deren Resultate ich in folgender Uebersicht in Vergleichung mit einigen schon früher in Genf angestellten Beobachtungen zusammenstelle.

Die bei heiterm Himmel bemerkten Resultate der folgenden Tabelle zeigen die mittlere höchste Temperatur einer gewöhnlichen schwärzlichgrauen Gartenerde, deren Temperatur auf der südlichen Seite meiner Wohnung bei vollkommen heiterm Himmel Mittags zwischen 12 und 1 Uhr beobachtet wurde, wenn um diese Tageszeit der Himmel vollkommen heiter war; sie beruhen auf den Mittelzahlen zweijähriger Beobachtungen; die Kugel des Thermometers war nur eine Linie hoch mit Erde bedeckt, seine Scale war von weißem Glas, so daß diese nichts zu einer Temperaturerhöhung beitragen konnte. — Die bei gemischter Witterung erhaltnen Resultate beruhen auf Beobachtungen, welche im Jahr 1796 im botanischen Garten zu Genf angestellt wurden, sie enthalten die Mittelzahlen der täglich und nicht blos an heitern Tagen angestellten Beobachtungen. Die Temperaturerhöhung durch das Sonnenlicht war daher nach dem Mittel dieser Beobachtungen bedeutend geringer, indem die Temperatur der obern Erdschichte an trüben Tagen und bei Regen oft ganz mit der Temperatur der Luft übereinkommt; sie zeigen uns dagegen deutlicher auch die mittlere Temperatur der Erdschichten in einiger Tiefe.

Monate	Bei vollkommen heiterem Himmel			Bei gemischter Witterung, Mittel ganzer Monate			
	Mittlere Temperatur der		Temperaturerhöhung durch das Sonnenlicht	Mittlere Temperatur			
	Erdoberfläche	Luft im Schatten		der Erdoberfläche Mittags	3 Zoll unter der Erde	4 Schuh unter der Erde	der Luft im Schatten
			Grad				
Januar	+ 9,8	— 3,3	13,1	+ 4,89	+ 2,88	+ 3,28	+ 2,73
Februar	24,1	+ 4,9	15,2	+ 6,10	+ 3,46	+ 2,92	+ 2,17
März	30,0	+ 6,5	23,5	+ 9,42	+ 4,97	+ 2,72	+ 2,71
April	39,8	+13,2	26,6	+20,85	+12,75	+ 7,25	+ 8,07
Mai	44,1	+15,7	28,4	+21,38	+14,40	+10,05	+10,59
Juni	47,9	+19,2	28,7	+25,48	+18,49	+13,11	+12,85
Juli	50,8	+21,9	28,9	+27,30	+18,37	+14,59	+13,86
August	43,6	+16,4	27,2	+28,44	+19,95	+16,27	+15,01
Septbr.	39,0	+16,0	23,0	+22,55	+16,98	+15,16	+13,49
October	21,7	+ 4,8	16,9	+12,36	+ 9,93	+11,90	+ 8,81
Novbr.	18,1	+ 3,6	14,5	+ 6,79	+ 5,18	+ 7,55	+ 4,23
Decbr.	12,1	+ 1,6	11,5	+ 1,44	+ 0,57	+ 3,09	+ 0,03
Mittel	31,75	10,04	21,71	+15,58	+10,58	+ 9,03	+ 7,87

Die höchste durch bloße Sonnenwärme veranlaßte Temperatur beobachtete ich in den letzten 2 Jahren den 16ten Juni 1828; das in der Erde befindliche Thermometer stieg an diesem Tag Mittags bei Westwind und ruhiger völlig heiterer Witterung bei einer Temperatur der Luft im Schatten von 20,5° R. auf 54° R., also 33,5 Grad höher, als im Schatten; nahe denselben Grad erreichte es den 21sten Juni, an welchem Tag es bei einer Lufttemperatur von 23,3° und lebhaftem Ostwind auf 53 Grad, also 29,7° höher, als im Schatten stieg; auch an andern Tagen bemerkte ich bei windiger Witterung, bei derselben Lufttemperatur im Schatten, die Temperatur der Erdoberfläche weniger hoch steigend. — Die geringste Temperatur beobachtete ich den 11. Januar 1829; die Temperatur erhielt ich an diesem Tag bei lebhaftem Ostwind auch Mittags im Schatten noch 8 Grad unter dem Eispunkt, die Temperatur der Erdoberfläche erhöhte sich in der Sonne nur 3 Grad über den Eispunkt.

Die höchste im botanischen Garten zu Genf in den Jahren 1796 und 1797 zunächst unter der Erdoberfläche beobachtete Temperatur war + 41,5 (den 30sten Juli 1797);
die höchste 3 Zoll unter der Erde + 30 (den 26. bis 29. Juli 1797),
die höchste 4 Schuh — — — + 18,3 (d. 1. bis 4. August 1797),
die tiefste 3 Zoll — — — — 4,0 (den 12. December 1797),
die tiefste 4 Schuh — — — + 1,7 (26. Jan. bis 13. Febr. 1797).

Die Ursache, warum die Temperatur in Genf auch an einzel-

Im feuchten Quarzsand und Kalksand keimten die Körner im Sommer schon in wenigen Tagen und entwickelten sich einige Zeit gut, litten aber bald bei eintretender heißer Witterung.

In Gypserde entwickelten sich die jungen Pflanzen weniger gut; durch abwechselndes Befeuchten und Trocknen bildete sich auf der Erde bald eine Kruste, welche die jungen Pflanzen nur schwer zu durchbrechen im Stande waren. Da Gyps im Wasser etwas auflöslich ist, so kann dieses leicht zu dieser Krustenbildung beitragen, indem sich dadurch bei jedem Befeuchten etwas Gyps auflöst, der bei der Verdünstung des Wassers wieder erhärtet.

Im lettenartigen Thon kam keine gehörige Entwicklung mehr zu Stande; es entwickelte sich zwar eine Radicula und Plumula von $1\frac{1}{2}$ Linien Länge; erstere starb aber bald wieder ab, ehe sie die Oberfläche durchbrochen hatte; es hatte sich auf der Oberfläche eine Kruste gebildet, welche die keimenden Samen nicht mehr zu durchbrechen im Stande waren.

Im lehm- und lettenartigen Thon zeigte sich dieselbe Erscheinung, nur noch in höherem Grad.

Im reinen Thon kam gar keine Entwicklung mehr zu Stande, selbst nach 14 Tagen hatten die Körner weder die Plumula, noch Radicula entwickelt, ob sie gleich während dieser Zeit abwechselnd hinreichend feucht und trocken erhalten worden waren; die Samenkörner hatten übrigens dadurch nicht gelitten; in andere lockere Bodenarten gebracht, entwickelten sie sich gut. Es erklärt sich hieraus, wie Samen mancher Pflanzen oft lange unentwickelt im Boden liegen können, und dann oft später erst aufgehen, wenn sie unter günstige äußere Umstände versetzt werden.

In reiner kohlensaurer Kalkerde, kohlensaurer Bittererde, schiefrigem Mergel, im reinen Humus, in der Garten- und Ackererde keimten die Samen gut, die jungen Pflanzen entwickelten sich bei warmer Witterung am schönsten im Humus und in der kohlensauren Bittererde, wahrscheinlich als Folge der großen wasserhaltenden Kraft dieser Erden.

Vergleichende Uebersicht dieser Resultate.

§. 136. In folgender Tabelle brachte ich diese über die einzelnen Erden erhaltenen Hauptresultate in eine vergleichende Uebersicht, so weit ich sie alle mit denselben Erden angestellt hatte; wir erhalten dadurch einen nähern vergleichenden Ueberblick über diese verschiedenen Eigenschaften der Erden, deren gemeinschaftliche Einwirkung auf die Processe der Vegetation von so bedeutendem Einfluß sind. Ueber die verschiedenen Abänderungen dieser Eigenschaften bei einzelnen Erden, sind näher die Paragraphen nachzusehen, in welchen von diesen Eigenschaften die Rede war. Diese Zusammenstellung erleichtert sehr die Beurtheilung der physischen Eigenschaften einzelner Bodenarten, ohne bei jeder einzelnen Erduntersuchung diese oft mühsamen und zeitraubenden Prüfungen alle aufs neue erst vornehmen zu müssen.

Ueber

der Erdarten, aus welchen

Erdarten	Specifisches Gewicht der einzelnen Theile	[Co]nsistenz des [...]ns [...]ssen Zustande [...] an eine Fläche [...]par. Quadratschuh		Fähigkeit von 1000 Theilen Wasser verdünsten in derselben Zeit
			Holz	
Quarzsand, beinahe in jeder Ackererde vorkommend	2,653	[...]und	4,3 Pfund	88,4 Theil[e]
Kalksand, oft zugleich mit dem Quarzsand vorkommend	2,722	[...]fd.	4,4 Pfd.	75,9 Th.
Lettenartiger Thon, eine Verbindung von 45 Proc. feinem Sand mit 55 Proc. Thon	2,601	[...]fd.	8,9 Pfd.	52,0 Th.
Lehmartiger Thon, eine Verbindung von 24 Proc. feinem Sand mit 76 Proc. Thon	2,581	[...]fd.	11,4 Pfd.	45,7 Th.
Klayartiger Thon, eine Verbindung von 10 Proc. feinem Sand mit 90 Proc. Thon	2,560	[...]fd.	18,9 Pfd.	34,9 Th.
Thon in seinem feinen reinen Zustande, 58 Proc. Kieselerde, 36,2 Thonerde mit 5,8 Proc. Eisenoxydul	2,533	[...].	29,2 Pfd.	31,9 Th.
Kalkerde in ihrem feinen kohlensauren Zustande	2,468	[...]fd.	15,6 Pfd.	28,0 Th.
Bitter- oder Talkerde in ihrem feinen kohlensauren Zustande	2,194	[...]fd.	7,1 Pfd.	10,8 Th.

[...] mühsamen und zeitraubenden [Prüfungen] [...]

vornehmen zu müssen.

Bei den meisten Erduntersuchungen dürfte die Bestimmung ihrer wasserhaltenden Kraft, ihrer Schwere, Consistenz und Farbe in Verbindung ihrer chemischen Analyse hinreichend seyn, woraus sich mit großer Wahrscheinlichkeit auf die übrigen physischen Eigenschaften schließen läßt. — Je gewichtiger eine Erde wirklich dem Gewicht nach ist, desto größer ist gewöhnlich auch ihre wärmehaltende Kraft; je dunkler ihre Farbe und je geringer ihre wasserhaltende Kraft ist, desto stärker und schneller erhitzt sie sich im Sonnenlicht; je größer ihre wasserhaltende Kraft ist, desto mehr hat sie gewöhnlich auch die Fähigkeit, im trocknen Zustand Feuchtigkeit aus der Luft und im feuchten Zustand Sauerstoff aus der Atmosphäre zu absorbiren, und desto langsamer trocknet sie gewöhnlich aus, vorzüglich wenn sie zugleich eine große Consistenz besitzt; je größer endlich die wasserhaltende Kraft und Consistenz eines Erdreichs zugleich sind, je kälter und nässer ist gewöhnlich ein Erdreich, je schwerer ist es sowohl im nassen, als trocknen Zustandes zu bearbeiten, je zweckmäßiger wird es sein, es noch vor Eintritt der Kälte umzubrechen, und es im Winter zur Besserung seiner Consistenz gehörig durchfrieren zu lassen; je nöthiger wird es aber für das Gedeihen vieler Gewächse auch sein, seine große Consistenz und wasserhaltende Kraft durch beizumengende lockere Erdarten, Kalkerde, Mergel, Sand, bleibend zu bessern.

Dritter Abschnitt.

Ueber die chemische Untersuchung des Bodens.

§. 137. Im vorigen Abschnitt betrachteten wir die physischen Eigenschaften der Ackererden, in diesem Abschnitt werden wir näher die chemische Zusammensetzung des Erdreichs, in Beziehung auf seine einzelnen Bestandtheile, kennen lernen, welches nur durch eine chemische Analyse des Bodens möglich ist; wir können diese um so weniger umgehen, indem die Pflanzen, auch bei den günstigsten physischen Verhältnissen eines Erdreichs, nur dann ihre gehörige Vollkommenheit erreichen, wenn sie die zu ihrer Ausbildung nöthigen Bestandtheile in einem Erdreich finden, und aus diesem durch ihre Wurzeln absorbiren können.

§. 138. Die Erdschichten, in welchen die Pflanzen wurzeln, und die dem Landbau zur Unterlage dienen, bestehen gewöhnlich aus einem Gemenge sehr verschiedener, theils mechanisch gemengter, theils wirklich chemisch innig verbundener Stoffe; ihre genaue chemische Analyse erfordert daher nicht weniger Hülfsmittel, als die Untersuchung der Zusammensetzung vieler Producte des Mineralreichs überhaupt und mancher organischer Stoffe, indem auch diese nicht selten theilweise einen Bestandtheil des Bodens bilden.

Die Untersuchung selbst muß eine physisch-chemische sein, wir müssen zuerst durch die physischen Operationen des Siebens, Schlämmens und Auflösens in Wasser, die durch diese Operationen zu scheidenden Bestandtheile trennen, und dann jeden dieser Theile chemisch weiter zerlegen.

Wünscht man, blos die vorherrschenden am häufigsten im Boden vorkommenden Bestandtheile eines Erdreichs kennen zu lernen, welches zu manchen Zwecken hinreichend sein kann, so wird man vorzüglich auf die in einem Erdreich sich findende Menge Sand, Kalk, Bittererde, Thon, Humus und in Wasser auflöslichen Salze seine Aufmerksamkeit zu richten haben; bei genauern Analysen wird man dagegen mehrere dieser Hauptbestandtheile selbst, und vorzüglich den Sand, Thon und die Salze wieder weiter zerlegen müssen, indem diese oft selbst wieder sehr verschieden zusammengesetzt sein können.

Wir werden hier zuerst das bei den meisten Bodenarten anwendbare genauere Verfahren angeben, und weiter unten §. 161. das abgekürzte Verfahren folgen lassen, welches sich bei einzelnen Bodenarten oft sehr verschieden abändern läßt.

Einsammlung der zu untersuchenden Erde.

§. 139. Um aus der Untersuchung einer Erde auf die Natur eines ganzen Ackers schließen zu können, ist es nöthig, von verschiedenen Stellen des zu untersuchenden Feldes Erde auszustechen, alles gut untereinander zu mengen, und dann einen Theil der gleichförmig gemengten Erde zur Untersuchung anzuwenden.

Sind die obersten Erdschichten, in welchen die meisten krautartigen Culturgewächse wurzeln, von den tiefern im Untergrund liegenden Erdschichten verschieden, so ist es zweckmäßig, die Erde von den obersten Erdschichten, so weit der Pflug gewöhnlich eingreift, abgesondert von den tiefer liegenden Erdschichten besonders einzusammeln, und jede einer besondern Analyse zu unterwerfen; oft kann es auch in anderer Beziehung von Interesse sein, die Bestandtheile des Untergrundes eines Erdreichs einzeln zu untersuchen.

Bestimmung des Wassergehalts eines Erdreichs.

§. 140. Man nimmt von der zu untersuchenden Erde etwa 2 Pfund und wägt davon 50 Loth ab, welche man in einer mäßig hohen Temperatur von 25—30° R. so lange trocknen läßt, bis sich ihr Gewicht nicht mehr vermindert; aus dem Gewichtsverlust ergiebt sich die Menge des weniger eng an das Erdreich gebundenen Wassers; eine höhere Temperatur darf zum Austrocknen nicht angewandt werden, indem sich sonst die etwa im Boden findenden Ammoniaksalze zum Theil verflüchtigen würden.

Die genaue Bestimmung dieses weniger eng an den Boden gebundenen Wassers hat ohnehin kein näheres Interesse, weil dessen Menge sehr verschieden sein kann, je nachdem die Erde bei einer trocknen oder feuchten Witterung eingesammelt wurde, und die eigentliche Bestimmung der wasserhaltenden Kraft auf die §. 113. des vorigen Abschnitts angegebene Methode, weit genauere Resultate über die Wassermenge giebt, welche ein Erdreich bei Regen aufzunehmen im Stande ist. Zu den in den folgenden Paragraphen zu erwähnenden Operationen wird immer diese zuvor bei + 30° R. getrocknete Erde angewandt.

Bestimmung der Fasern und steinigten Beimengungen.

§. 141. Man nimmt etwa 50 Loth der nach vorigem §. ausgetrockneten Erde, zerreibt sie fein zwischen den Fingern oder unter Anwendung eines mäßigen Drucks, und trennt die feinen erdigen Theile von den Fasern und Steinen durch ein Sieb, dessen Löcher nicht über ½ Par. Linie im Durchmesser besitzen; läßt sich durch bloßes Sieben keine feine Erde mehr von den Steinen trennen, so wäscht man letztere mit Wasser, um sie von den ihnen etwa noch adhärirenden erdigen Theilen zu reinigen, trocknet sie und bestimmt ihr Gewicht.

Die Kenntniß ihrer Menge ist oft nicht gleichgültig, indem sie bei schwerern Bodenarten zur Lockerheit eines Erdreichs oft vieles beitragen können.

Bestimmung des Sandes.

§. 142. Der in einer Ackererde sich findende Sand läßt sich nur durch die mechanische Operation des Schlämmens vom Thon und von den übrigen feinen Bestandtheilen scheiden.

Man nimmt zu diesem Zweck 400—500 Gran der zuvor bei mäßiger Wärme ausgetrockneten Erde, und bringt sie in ein cylinderförmiges, oben mit einem etwas engern Rand versehenes gläsernes Gefäß, wozu sich sogenannte Zuckergläser sehr gut eignen, übergießt das Ganze mit destillirtem oder filtrirtem reinen Regenwasser und rührt die Flüssigkeit mit der Erde stark um; man stellt nun die Erde einige Minuten ruhig zur Seite, bis sich der Sand zu Boden gesetzt hat, gießt die darüber stehende trübe Flüssigkeit vorsichtig in ein zweites größeres Gefäß, übergießt nun die Erde aufs Neue mit reinem Wasser, rührt das Ganze wiederum stark um, und wiederholt diese Operation des Abschlämmens der thonigen suspendirbaren Erdtheilchen so lange, bis das Abspülwasser klar abläuft; man erhält auf diese Art in dem ersten Gefäß den Sand, in dem zweiten die übrigen feinen erdigen Theile, welche gewöhnlich vorherrschend aus Thon in Verbindung mit Humus bestehen, oft aber auch feine Kalk- und Bittererde mit andern einzelnen Erden beigemengt enthalten; nach mehrern Stunden Ruhe setzen sich auch diese feinen im Wasser suspendirbaren Erdtheilchen zu Boden.

Wünscht man, aus diesen feinen abgeschlämmten Theilen auch noch den feinern, schon enger mit dem Thon verbundenen Sand zu scheiden, so kocht man diese abgeschlämmten Thontheile zuvor ½ Stunde lang unter stärkerem Umrühren mit Wasser, und wiederholt die Operation des Schlämmens aufs Neue, wobei der feinere Sand als in Wasser weniger leicht suspendirbar zurückbleibt.

Prüfung des ausgeschiedenen Sandes.

§. 143. Der aus den Ackererden ausgeschiedene Sand besteht zwar gewöhnlich vorherrschend aus Quarzsand; nicht selten bemerkt man jedoch schon durch das bloße Auge verschiedene andere Beimengungen, Glimmerblättchen, Kalk, Schieferstückchen, Steinmergeln, kleine Bruchstücke oder verkohlte Ueberreste von Pflanzen; gewöhnlich ist es genügend, die Menge des Kalksandes, der organischen Ueberreste und der übrigen größtentheils aus Quarzkörnern bestehenden Theile des Sandes zu bestimmen.

Man übergießt zu diesem Zweck den Sand mit verdünnter Salzsäure, welche den Kalksand unter Aufbrausen auflöst, dessen Menge sich schon aus dem Gewichtsverlust, welcher der Menge des aufgelösten Kalksandes entspricht, bestimmen läßt; sollte der Kalksand zugleich Bittererde enthalten, wie dieses bei Dolomitsand und

manchen Steinmergeln der Fall ist, so müßte aus der salzsauren Auflösung zuerst der Kalk und dann die Bittererde auf die unten §. 147. anzuführende Methode geschieden werden.

Das Zurückbleibende von der Säure nicht Aufgelöste wird nun getrocknet und gewogen; es besteht vorherrschend aus Quarzsand, oft auch mit etwas unauflöslichen Pflanzenüberresten; durch Glühen lassen sich letztere verflüchtigen, der Glühverlust entspricht der Menge dieser Pflanzenüberreste.

Enthält der Sand zugleich die Bruchstücke verschiedener anderer Gebirgsarten, so kann deren Zerlegung durch das bei der Analyse der Mineralien überhaupt anzuwendende Verfahren vorgenommen werden, welches je nach der verschiedenen Zusammensetzung der zu untersuchenden Körper verschiedene Abänderungen erleidet; man kann im Allgemeinen das bei der Zerlegung des Thons weiter unten §. 155. anzuführende Verfahren anwenden, welcher oft gleichfalls feine Bruchstücke sehr verschiedener Gebirgsarten beigemengt enthält.

Bestimmung der in Wasser leicht auflöslichen Bestandtheile des Bodens.

§. 144. Die Bestimmung der in Wasser auflöslichen Bestandtheile eines Erdreichs verdient vorzüglich unsere nähere Aufmerksamkeit, indem die Pflanzen nur durch Hülfe des Wassers ihre Nahrungsmittel aus dem Boden ziehen, und ein Erdreich in der Regel desto fruchtbarer ist, je größer die Menge der in ihm enthaltenen, in Wasser auflöslichen Nahrungsstoffe ist, vorausgesetzt, daß sie der Natur der auf ihnen zu erzielenden Pflanzen zuträglich sind, und nicht ein gewisses Maaß überschreiten.

Um diese auflöslichen Bestandtheile aus einem Erdreich in hinreichender Menge zu erhalten, ist es nöthig, eine etwas größere Menge Erde anzuwenden; man nimmt zu diesem Zweck von der von Steinen und Fasern nach §. 141. gereinigten Erde etwa 40 — 45 Lothe, oder bei hinreichendem Vorrath an Erde 2 Pfund, übergießt sie mit dem 4 bis 6fachen Gewicht destillirtem Wasser von 30 — 35° R. Temperatur, rührt das Ganze gut um, läßt die Erde sich wieder zu Boden setzen und gießt die darüber stehende Flüssigkeit durch ein Papierfiltrum; man wiederholt dieses Uebergießen und Digeriren mit warmem Wasser einigemal und kocht die Erde zuletzt mit Wasser aus; man wiederholt dieses so lange, als das Wasser sich dadurch noch etwas färbt oder Salze in bemerkbarer Menge aufnimmt, wovon man sich durch Prüfungen mit Reagentien (nach §. 464. der Agriculturchemie) oder auch dadurch leicht überzeugen kann, daß man ein Wenig der vom Filter ablaufenden Flüssigkeit in einem Uhrglase abdunstet: Das von der Erde zuletzt ablaufende Wasser darf weder mit kaustischem, noch mit kohlensauerem und kleesaueren Kali, noch mit Cyankalium und Chlorbarium und schwefelsauerer Silberauflösung eine Trübung, oder nach der Verdunstung einen Rückstand geben.

Die durch diese Aufgießungen erhaltene filtrirte Flüssigkeit wird nun bei einer Temperatur von 30 — 35° R. bis zur Trockenheit abgedünstet; sollte das Wasser etwas hydratische Kieselerde, kohlensaure Kalkerde, Bittererde oder Gyps aufgelöst haben, so setzen sich diese zuerst, und zuletzt die übrigen in Wasser leicht auflöslichen Salze ab; enthält es freie Humussäure, so concentrirt sich diese beim Abdampfen, die Auflösung erhält dadurch eine gelblich braune Farbe und röthet etwas Lackmuspapier; enthält es in Wasser auflösliche humussaure Salze, so werden diese beim Abdampfen zum Theil zersetzt. Wiegt man den beim Abdampfen zurückbleibenden trocknen Rückstand, so erhält man die Summe der in Wasser auflöslichen Bestandtheile der Erde; beträgt deren Menge auch nur ½, 1 bis 1½ Proc., so kann dieses für die Vegetation schon von bedeutendem Einfluß sein; selbst sehr fruchtbare Böden enthalten selten mehr; fehlen sie einem Erdreich völlig, so würde es einen großen Aufwand erfordern, einem ganzen Feld künstlich durch Düngungsmittel diese Menge an auflöslichen Stoffen zu ertheilen, wie dieses eine einfache Berechnung ergiebt; enthält ein Erdreich 1 Procent in Wasser auflösliche, vorzüglich aus Salzen bestehende Stoffe, so sind in jedem Cubikschuh (ein par. Cubikschuh Ackererde nach dem vorigen Abschnitt §. 112. zu 84,5 Pfund gerechnet) 0,845 Pfund oder 29,5 Loth Salze enthalten, selbst bei 0,1 Proc. Salzgehalt beträgt deren Menge in jedem Cubikschuh noch 2,95 Loth, was für ganze Flächen eines Feldes von 30 oder 40,000 Quadratschuh (1 Würtemb. Morgen enthält 29,868, ein englischer Acre 38,376 par. Quadratschuh) schon viele Centner beträgt.

Nähere Prüfung der einzelnen in Wasser aufgelösten Stoffe.

§. 145. Wünscht man, die einzelnen durch das Wasser aus einer Erde aufgelösten Stoffe näher kennen zu lernen, so übergießt man den erhaltenen trocknen Rückstand mit destillirtem Wasser, wobei die Erden unaufgelöst zurück bleiben; Kalk und Bittererde löst man hierauf durch Salzsäure auf, das unaufgelöst Zurückbleibende ist dann gewöhnlich Kieselerde; enthält der trockne Rückstand humussaure Salze, so muß er zuvor geglüht werden, indem sich die mineralischen Basen und Säuren ohne vorhergegangene Zerstörung der Humussäure nicht genau bestimmen lassen; bei diesem Glühen muß das etwa entweichende Ammoniak aufgefangen werden, um daraus die Menge der etwa vorhandenen Ammoniaksalze, nach der unten §. 148. anzuführenden Methode berechnen zu können. Die Prüfung auf die einzelnen Stoffe, welche Wasser aus einer Erde aufgelöst hat, wird näher auf folgende Art vorgenommen werden können.

Prüfung auf Säuren:

1) Auf Humussäure. Hat der Rückstand eine gelblich braune Farbe, und löst er sich in einer Auflösung von Kali oder Ammoniak

in der Wärme mit brauner Farbe zum Theil auf, aus welcher sich durch Zusatz von Salzsäure braune Flocken abscheiden, so enthält der Rückstand Humussäure, deren Menge sich auch auf diesem Wege bestimmen läßt (siehe weiter unten §. 148.)

2) Auf Chlor. Bringt schwefelsaure Silberauflösung in einer wäßrigen Auflösung des Rückstands einen weißen käsigten Niederschlag hervor, der sich nach einiger Zeit dem Licht ausgesetzt schwärzlichbraun färbt, so deutet dieses auf Chlor und Chloride; 100 Gewichtstheile des erhaltenen und stark ausgetrockneten Silberchlorids entsprechen 19,09 Theilen Chlor und diese 41,32 Theilen Kochsalz.

3) Auf Schwefelsäure. Veranlaßt salpetersaure Barytauflösung einen weißen, in Wasser unauflöslichen Niederschlag, der sich in etwas überschüssig zugesetzter Salzsäure nicht wieder auflöst, so deutet dieses auf Schwefelsäure und schwefelsaure Salze; 100 Gewichtstheile des erhaltenen Schwerspaths entsprechen 34,37 Theilen Schwefelsäure, und diese 58,62 Theilen geglühtem Gyps, oder 60, 41 geglühtem Glaubersalz.

4) Auf Phosphorsäure. Die Humussäure hat nach dem oben Erwähnten die Eigenschaft, die phosphorsaure Kalkerde als Ganzes aufzulösen; wird der getrocknete Rückstand in diesem Fall ausgeglüht, so bleibt die phosphorsaure Kalkerde als ein in Wasser unauflösliches Pulver zurück, welches sich in Salpetersäure auflösen läßt; wird dieser Auflösung, nachdem man sie durch Ammoniak abgestumpft hat, essigsaures Blei zugesetzt, so fällt phosphorsaures Blei zu Boden, welches in Salzsäure und Salpetersäure auflöslich ist, und die Eigenschaft hat, vor dem Löthrohr zu einer Perle zu schmelzen, die nach dem Erkalten polyedrisch krystallisirt und dunkel gefärbt ist; 100 Gewichtstheile des phosphorsauren Bleis entsprechen 24,24 Theilen Phosphorsäure.

Zur Ausmittelung, nur nicht zur quantitativen Bestimmung, der Phosphorsäure kann auch salpetersaueres Silberoxyd gebraucht werden. Es bewirkt, nachdem alle etwaige Chlorverbindungen ausgeschieden und die Flüssigkeit neutralisirt worden, einen eidottergelben Niederschlag von phosphorsauerem Silberoxyd.

5) Auf Salpetersäure. Die salpetersauren Salze sind in Wasser und die zerfließlichen derselben auch in Weingeist leicht auflöslich; ihre Salze verpuffen auf glühenden Kohlen; ein Stückchen Löschpapier damit benetzt und wieder getrocknet, brennt mit leichtem Funkensprühen, wodurch ihre Gegenwart leicht erkannt werden kann; ihre etwa an Kali oder Natron gebundene Menge läßt sich auf folgende Art näher bestimmen: Man versetzt die wäßrige Lösung des Salzes zuerst mit essigsaurem Silber, um die etwa in dem Salz zugleich enthaltene Salzsäure als Hornsilber zu fällen, dampft nun den Rückstand wieder ein und digerirt ihn mit Alkohol, der nun die zuvor an Salzsäure, nun an Essigsäure gebundenen Alkalien

auflöst, und die salpetersauren Salze zurückläßt; werden diese nun wieder getrocknet, gewogen und in Berührung mit Kohlenpulver ausgeglüht, so giebt der Gewichtsverlust die Menge der verflüchtigten Salpetersäure. Sollte die Salpetersäure an Kalkerde gebunden sein, so würde die Kalkerde durch kleesaures Kali gefällt werden, und die Menge Salpetersäure in dem dadurch gebildeten salpetersauren Kali auf dieselbe Art bestimmt werden können.

6) Auf Kohlensäure. Ihre Gegenwart läßt sich schon durch das Aufbrausen des erdigen Rückstands erkennen; ihre Menge kann auf die weiter unten bei Zerlegung des erdigen Rückstandes anzuführende Methode (§. 158.) näher bestimmt werden.

Prüfung auf Basen.

1) Auf Kieselerde. Läßt sich der erdige Rückstand weder durch Wasser, noch stärkere Mineralsäuren in gewöhnlicher Temperatur und der Siedhitze auflösen und auch durch Glühen mit Kohlenpulver und Alkalien keine weitere Zerlegung zu Stande bringen, und läßt sich aus dem Rückstand nichts weiter durch Ausglühen verflüchtigen, so wird das Uebrige als Kieselerde in Rechnung gebracht.

2) Auf Thonerde. Sie bildet mit Säuren in Wasser auflösliche Salze, aus deren Auflösungen die Thonerde durch kaustische und kohlensaure Alkalien weiß gefällt wird; im frisch gefällten Zustand ist die Thonerde in Kali und Natron löslich, in kohlensaurem Ammoniak ist sie unauflöslich.

3) Auf Bittererde. Sie bildet mit Schwefelsäure, Salz- und Salpetersäure in Wasser leicht auflösliche Salze, aus deren Auflösungen die Bittererde durch kaustisches Kali und Natron, dagegen nicht durch kohlensaure Alkalien gefällt werden; in den kaustischen fixen Alkalien ist die Bittererde unauflöslich; ist sie zugleich mit Kalkerde in einer Auflösung erhalten, so kann die Kalkerde zuerst durch kleesaures Kali und die Bittererde dann durch kaustisches Kali gefällt werden.

4) Auf Kalk. Er bildet mit der Salzsäure und Salpetersäure in Wasser leicht auflösliche Salze, mit Schwefelsäure ein schwer auflösliches Salz (Gyps); die Auflösungen dieser Salze erleiden durch kaustische Alkalien keine Trübung, durch kleesaures Kali wird der Kalk als kleesaurer Kalk gefällt, 100 Gewichtstheile des letztern entsprechen im scharf bei + 80° R. getrockneten Zustand 75,3 kohlensaurem und 35,8 reinem Kalk; bei vollkommener Austrocknung würden 100 Theile dieses Salzes 43,9 Procent Kalk entsprechen; da jedoch diese selten ohne theilweise Zersetzung zu erreichen ist: so trocknet man lieber blos bei der oben bemerkten Temperatur, oder verwandelt sicherer den kleesauren Kalk durch mäßiges Glühen und nachheriges Behandeln mit kohlensaurem Ammoniak in kohlensauren Kalk.

5) Auf Baryt. Seine Verbindungen mit Kohlensäure werden mit Brausen zersetzt, Chlor und Salpetersäure bilden mit Baryt in Wasser auflösliche Salze, Schwefelsäure fällt aus ihnen den Baryt als Schwerspath, als ein in Wasser unauflösliches Pulver, von welchem 100 Theile 65,63 reinem und 84,5 kohlensaurem Baryt entsprechen.

6) Auf Kali. Die kalihaltigen Salze werden durch Platinchlorid mit gelber Farbe gefällt, der Niederschlag ist ein Doppelsalz, welches in Säuren und Alkohol unauflöslich ist, sich aber im kaustischen Kali mit gelber Farbe auflöst. Es enthält 19,3 Proc. Kali.

7) Auf Natron. Wir besitzen auf Natron kein unmittelbares Fällungsmittel, es bildet in Wasser leicht auflösliche Salze; um es wirklich aus einer Auflösung darzustellen, fällt man aus der Auflösung zuerst durch kleesaures Ammoniak die Kalkerde, durch essigsaures Silber die Salzsäure und die etwa darin enthaltene Schwefelsäure durch essigsauren Baryt, dünstet dann die Flüssigkeit ab und glüht den Rückstand, löst diesen in Wasser und filtrirt die Auflösung, welche das Natron in Verbindung mit Kohlensäure enthält, dessen Menge nun durch Abdünsten und Glühen bestimmt werden kann. Kommt zugleich Kali vor, so muß dessen Menge durch die Platinauflösung bestimmt und vom Natron abgezogen werden.

8) Auf Ammoniak. Um zu finden, ob der wäßrige Auszug ein Ammoniaksalz enthalte, bringt man etwas des getrockneten Rückstands in einer Glasröhre mit flüssigem Kali zusammen, das sich etwa entwickelnde Ammoniak giebt sich sogleich durch seinen Geruch zu erkennen, und bräunt angefeuchtetes Curcumapapier; um die Menge des in dem Rückstand enthaltenen Ammoniaks zu finden, setzt man einer abgewogenen Menge des Rückstands Aetzkali zu, destillirt es und fängt das übergehende Gas in verdünnter Salzsäure auf; wird diese abgedünstet, so läßt sich aus dem zurückbleibenden Salmiak die Menge des Ammoniaks berechnen; 100 Gewichtstheile krystallisirter Salmiak entsprechen 31,9 Theilen Ammoniak.

9) Auf Eisenoxyd und Eisenoxydul. Enthält der wäßrige Auszug Eisenoxyd aufgelöst, so bildet gewöhnliches blausaures Kali (Kaliumeisencyanür, gelbes Blutlaugensalz) einen dunkelblauen Niederschlag, Berlinerblau, von welchem 100 Gewichtstheile bei 80° R. getrocknet, 32,5 Theilen in der Auflösung vorhanden gewesenen Eisenoxyds entsprechen; bernsteinsaures Natron bildet einen braunrothen Niederschlag, welcher 38,5 Procent Eisenoxyd enthält; schwefelblausaures Kali (Schwefelcyankalium) veranlaßt eine rothe und rothes Blutlaugensalz, (Kaliumeisencyanid) eine dunkelbraune Färbung ohne blauen Niederschlag. — Enthält der wäßrige Auszug blos Eisenoxydul, so veranlaßt das gewöhnliche blausaure Kali einen weißlichen, hellbläulichen oder grünlichbläulichen, das rothe blausaure Kali einen dunkelblauen Niederschlag; 100 Theile des letztern entsprechen 26,3 Procent Eisenoxydul; schwefelblausaures Kali wird durch Eisenoxydul gar nicht gefärbt.

10) Auf Manganoxyd. Das Manganoxyd läßt sich am besten nach Abscheidung des Eisenoxyds bestimmen; man kann zu diesem Zweck verschiedene Methoden anwenden.

a) Man setzt der wäßrigen Auflösung etwas Salpetersäure zu und kocht sie, um alles darin etwa befindliche Eisenoxyd auf den höchsten Grad seiner Oxydation zu bringen; man setzt nun der wieder erkalteten Flüssigkeit gesättigtes kohlensaures Kali oder Natron zu, wodurch das Eisenoxyd in kohlensaurem Zustand ausgeschieden wird, während das Manganoxyd in der Kohlensäure aufgelöst bleibt, und nun durch Kali gefällt werden kann; vermuthet man diesen Niederschlag etwa durch Talkerde verunreinigt, so glüht man ihn und übergießt ihn dann mit Salpetersäure, wobei das Manganoxyd zurückbleibt.

b) Oder man bringt das Eisen wieder, wie zuvor durch Salpetersäure auf den höchsten Grad der Oxydation, verjagt den Säureüberschuß und schlägt dann das Eisen durch bernsteinsaures Natron nieder, wobei das Manganoxyd aufgelöst bleibt, was hierauf durch Kali gefällt werden kann.

Ausscheidung und Bestimmung der einzelnen Salze.

§. 146. Zeigte die Prüfung mit Reagentien, daß die in Wasser auflöslichen Stoffe nur aus wenigen Salzen bestehen, so übergießt man den nach dem Abdampfen erhaltenen trockenen Rückstand mit seinem 6fachen Gewicht Weingeist und läßt ihn in einem verschlossenen Gefäß in mäßiger Wärme darüber stehen; er löst die darin etwa sich findenden zerfließlichen Salze, Chlorcalcium und Chlortalcium, salpetersauren Kalk, Erdharze und einzelne Humustheile auf, wodurch die Flüssigkeit oft gelblich gefärbt wird, während Kochsalz und Gyps unaufgelöst zurückbleiben; durch etwas Wasser läßt sich das Kochsalz aus dem Rückstand auflösen, während der Gyps als in Wasser unauflöslich zurückbleibt. Die weingeistige Auflösung wird nun näher auf die in ihr aufgelösten Stoffe untersucht; enthält sie viele Humustheile aufgelöst, so setzt man concentrirte Essigsäure zu, durch welche die Humussäure in Flocken gefällt wird; um die übrigen Salze aus der Auflösung zu scheiden, dünstet man den Alcohol völlig ab und löst das übrige Salz in destillirtem Wasser auf; die in Wasser unauflöslichen harzigen Stoffe bleiben in diesem Fall zurück, von welchen man die sie etwa verunreinigenden unauflöslichen Humustheile durch Ammoniak abscheiden kann. Aus den in Wasser aufgelösten Salzen läßt sich nun durch kleesaures Kali die Kalkerde und durch kaustisches Kali die etwa darin enthaltene Bittererde fällen; 100 Theile des bei + 80° R. ausgetrockneten kleesauren Kalks entsprechen 35,8 reinem und 63,9 ausgeglühtem Chlorcalcium und 100 Theile reiner Bittererde entsprechen 238 ausgeglühtem Chlortalcium.

Enthält der durch das Wasser erhaltene Rückstand mehrere Salze, so läßt sich deren Menge genauer durch das bei Zerlegung

der Mineralwässer übliche Verfahren beschränken. Man übergießt zu diesem Zweck den erhaltenen trockenen Rückstand mit Wasser, welches die in Wasser auflöslichen Stoffe auflöst, theilt die Auflösung in 2 Hälften und bestimmt in beiden auf folgende Art die in ihnen enthaltenen Stoffe:

1) Man setzt der einen Hälfte salpetersaure Baryterde zu, so lange eine Trübung entsteht; 34,37 Proc. des Niederschlags werden als Schwefelsäure in Rechnung gebracht.

2) Man entfernt nun den etwa überflüssig zugesetzten Baryt durch etwas Schwefelsäure und setzt nun schwefelsaure Silberauflösung zu; von dem Niederschlag werden 19,09 Proc. als Salzsäure in Rechnung gebracht.

3) Man setzt nun zur Auflösung einige Tropfen Salzsäure, um das darin enthaltene Silber wieder auszuscheiden, raucht die filtrirte Flüssigkeit ab, versetzt die erhaltene Salzmasse mit Schwefelsäure und glüht das Ganze schwach, wodurch sich alle freie Salzsäure, Schwefelsäure und etwaige Salpetersäure verflüchtigen.

4) Man löst nun den ausgelaugten Rückstand in Wasser auf, welches die, durch die vorigen Operationen gebildeten salzsauren Salze auflöst; die darin sich etwa findende Kalkerde wird hierauf durch kleesaures Kali und die Bittererde durch kaustisches Kali geschieden. Sollten auch natron- oder kalihaltige Salze im Rückstand gewesen sein, so würde sich die Menge des Natrons oder Kalis durch Bestimmung des übrig bleibenden Glaubersalzes oder schwefelsauren Kalis finden, oder diese auch selbst auf die oben §. 145. angeführte Art bestimmen lassen.

5) Die 2te Hälfte der wäßrigen Auflösung kann nun insbesondere auf salpetersaure Salze geprüft werden; man dampft zu diesem Zweck die Auflösung wieder völlig ein, und destillirt den Rückstand mit etwas Schwefelsäure; aus dem übergegangenen Destillat trennt man nun die etwa zugleich mit übergegangene Salzsäure durch essigsaures Silber, dünstet die von Salzsäure gereinigte Flüssigkeit wieder ab, setzt überflüssiges Kali zu, filtrirt die Auflösung und digerirt die zuvor durch Abdampfen etwas concentrirte Flüssigkeit mit reinem Alkohol und unterwirft endlich das Unaufgelöste aufs Neue einer Destillation mit Schwefelsäure, wobei dann sämmtliche Salpetersäure in die Vorlage übergeht; um deren Menge zu finden, kann man in diese etwas kaustisches Kali bringen, und aus der Menge des sich bildenden Salpeters, den man zuvor durch Waschen mit Alkohol von dem etwa zu viel zugesetzten Kali reinigen kann, die Menge der Salpetersäure berechnen; 100 Theile Salpeter entsprechen 53,33 Salpetersäure; bringt man statt Kali kaustisches Ammoniak in die Vorlage, so erhält man salpetersaures Ammoniak; von welchem 100 Theile 67,6 Theilen Salpetersäure entsprechen.

6) Der in Wasser unauflösliche Rückstand beträgt gewöhnlich nur sehr wenig; man übergießt ihn mit Salzsäure und setzt der Auflösung das doppelte Gewicht Weingeist zu, das etwa unaufgelöst

zurückbleibende kann Kieselerde sein, der auch schwefelsaure, phosphorsaure und unauflösliche humussaure Salze beigemengt sein können; man glüht diesen Rückstand und übergießt ihn mit Salzsäure und wäßrigem Weingeist und versetzt die Auflösung mit Ammoniak, wodurch etwa zugleich aufgelöstes Eisenoxyd, vielleicht mit etwas Manganoxyd und Thonerde niederfallen, die weiter nach §. 156. zerlegt werden können; aus der übrigen Auflösung läßt sich die etwa vorhandene Kalkerde und Bittererde auf die schon erwähnte Art fällen; die etwa vorhandene Menge Gyps und phosphorsaure Kalkerde läßt sich auf die in §. 150. und §. 151. anzuführende Methode näher bestimmen.

Durch dieses Verfahren wird man nach und nach alle einzelnen Stoffe bestimmen und dem Grundsatz gemäß, daß die auflöslichsten Salze durch die Masse des Wassers angezogen, vor allen in den wäßrigen Auflösungen der Erde enthalten sind, annehmen können, daß die Säuren in dem wäßrigen Auszug zunächst an diejenigen Basen gebunden sind, mit welchen sie die in Wasser auflöslichsten Salze bilden; zunächst wird man also die in dem wäßrigen Auszug enthaltene Kalk- und Bittererde an Chlor gebunden und dann die noch etwa übrige Bittererde an Schwefelsäure gebunden annehmen können.

Bestimmung des kohlensauren Kalks und der Bittererde.

§. 147. Enthält ein Erdreich kohlensauren Kalk oder kohlensaure Bittererde, so finden sich diese gewöhnlich vorzugsweise den feinen erdigen, den Thon enthaltenden Theilen beigemengt, aus welchen sie sich leicht durch verdünnte Salzsäure ausziehen lassen. Man übergießt zu diesem Zweck die vom Sand nach §. 142. abgeschlämmten feinern Theile, nachdem man sie zuvor wieder getrocknet hat, mit dreimal so viel Wasser und setzt tropfenweise so lange Salzsäure zu, bis kein Aufbrausen mehr erfolgt, läßt nun die Erde mit etwas überschüssiger Salzsäure 24 Stunden in gewöhnlicher Temperatur stehen und prüft die darüber stehende Flüssigkeit auf freie Säure; ist diese noch vorherrschend, so kann man sicher sein, daß die Säure alle in der Erde sich findende kohlensaure Kalk- und Bittererde aufgenommen hat; zeigt sich aber alle Säure neutralisirt, so setzt man aufs Neue etwas Säure zu, und wiederholt dieses so oft, bis die Säure auch nach längerem Stehen vorherrschend bleibt. Man bringt nun die Erde mit der Flüssigkeit auf ein, zuvor im trockenen Zustand genau gewogenes Filtrum und süßt den Rückstand aus; man wägt nun die wieder getrocknete Erde, ihr Gewichtsverlust entspricht der Menge der aufgelösten Theile. Enthielt die Erde blos kohlensaure Kalkerde, so wird man diese aus der durch das Filtrum abgeschiedenen Flüssigkeit durch kohlensaures Kali fällen können; ihre Menge muß dem Gewichtsverlust entsprechen; ist dieses aber nicht der Fall, löste die Salzsäure zugleich Bitterde und etwas Eisenoxyd auf, so wird man die Menge dieser

3 Stoffe auf folgende Art bestimmen können. Man dünstet die filtrirte Flüssigkeit völlig ab, um die überschüssige Säure zu verflüchtigen, und löst das im Rückstand erhaltene Salz wieder in Wasser auf; bleibt etwas unaufgelöst zurück, so würde dieses auf Gyps (nach §. 150.) und auf phosphorsaure Kalkerde (nach §. 151.) zu untersuchen sein; aus der wäßrigen Auflösung wird nun das etwa aufgelöste Eisenoxyd durch blausaures Kali gefällt; 100 Theile des gefällten Berlinerblaus entsprechen bei 80° ausgetrocknet 32,5 Proc. Eisenoxyd; aus der übrigen Flüssigkeit wird nun durch kleesaures Kali der Kalk als kleesaurer Kalk gefällt, von welchem 100 Theile 75,3 Procent kohlensaurem Kalk entsprechen; aus der übrigen Flüssigkeit wird nun die kohlensaure Bittererde durch kohlensäuerliches Kali in der Siedhitze gefällt, wobei man zugleich die Flüssigkeit durch Abdampfen noch mehr concentrirt, um sicherer alle Bittererde abzuscheiden. — Sollte die Salzsäure zugleich etwas Thonerde aufgelöst haben, so würde die gefällte Bittererde damit verunreinigt sein; durch Kochen des frisch gefällten Niederschlags mit kaustischer Kaliauflösung wird sich in diesem Fall die Thonerde leicht von der Bittererde trennen lassen, indem die erstere, nicht aber die letztere Erde in Kali auflöslich ist.

Kürzer und für agronomische Zwecke oft hinreichend genau ist folgende, namentlich auch von Davy bei Bodenanalysen angewandte Methode, Kalk und Bittererde zu scheiden: Man fällt aus der salzsauren Auflösung, wie oben, zuerst durch blausaures Kali das Eisenoxyd und dann die kohlensaure Kalkerde durch Zusatz von gesättigtem kohlensauren Kali in der gewöhnlichen Temperatur, die übrige Flüssigkeit wird nun eine Stunde lang in einem offenen Gefäß in der Siedhitze erhalten, wodurch die kohlensaure Bittererde zu Boden fällt; sollte die Salzsäure auch Thonerde aufgelöst enthalten haben, so würde diese mit der kohlensauren Kalkerde niedergefallen sein, von welcher sie durch Kochen mit Kalilauge geschieden werden müßte.

Bestimmung der enger gebundenen Humussäure.

§. 148. Die übrigen feinen durch Abschlämmen erhaltenen Thontheile enthalten nach Abscheidung der Kalk- und Bittererde gewöhnlich die an die übrigen Erden, vorzüglich an den Thon und die Thonerde enger gebundene Humussäure, so wie auch andere in Wasser unauflösliche feine Ueberreste. — Früher bestimmte man die Menge dieser Humustheile blos durch Ausglühen *) und nahm dabei den Glühverlust dem Humusgehalt entsprechend an; vergleichende Versuche zeigten mir jedoch, daß dadurch bedeutende Fehler entstehen können. Thonreiche Bodenarten können beim Glühen durch Verflüchtigung des enger gebundenen Wassers einen Verlust von 5 — 7 Procent zeigen, wenn sie auch weniger als 1 Procent

*) Einhofs Chemie für Landwirthe. Berlin 1808. Seite 195.

Humus enthalten; die wirkliche Menge der Humussäure eines Erdreichs läßt sich nur auf nassem Wege mit der hinreichenden Genauigkeit finden. — Man bringt zu diesem Zweck die durch die vorigen Operationen von den in Wasser auflöslichen Stoffen und von kohlensaurem Kalk und Bittererde befreite Erde mit einigen Unzen einer Auflösung von kohlensaurem Kali zusammen, welche $\frac{1}{5}$ der zur Untersuchung angewandten Erde Kali aufgelöst enthält, bei 400 Gran Erde also etwa 80 Gran Kali, mit der hinreichenden Menge Wasser und kocht das Ganze etwa $\frac{1}{4}$ Stunde; man erhält dadurch bei humushaltigen Erden eine braune Auflösung, welche man, nachdem sich die Erde etwas zu Boden gesetzt hat, auf ein Filtrum gießt; man wiederholt dieses Abkochen unter Zusatz einer gleichen Menge Kali noch einigemal, so lange sich die Abkochung noch färbt; man gießt nun alle diese Abkochungen, welche die Humussäure in Kali aufgelöst enthalten, zusammen, und neutralisirt das Kali mit Schwefelsäure, wodurch die aufgelöste Humussäure als ein in Wasser unauflöslicher brauner flockiger Niederschlag zu Boden fällt, welcher nun auf ein zuvor genau gewogenes Filtrum gebracht, ausgesüßt, getrocknet und gewogen wird. Bei dem Aussüßen der auf dem Filtrum liegenden Humussäure hat man sich sehr zu hüten, nicht zu viel Wasser zuzugießen, indem sich die Humussäure in Wasser wieder auflöst, so wie das Aussüßwasser keine freie Säure mehr enthält; sicherer ist es daher, dem Aussüßwasser zuletzt etwas Schwefelsäure zuzusetzen. — Nach der Präcipitation der Humussäure aus der Kalilösung bleibt die saure Flüssigkeit gewöhnlich noch etwas schwach gelblich gefärbt, welches von etwas aufgelöster Humussäure herrührt; wünscht man auch diese gewöhnlich sehr geringe Menge Humussäure zu erhalten, so ist es nöthig, das Ganze nach und nach abzudünsten, wobei das schwefelsaure Kali krystallisirt; in der eingedickten Flüssigkeit scheidet sich die Humussäure theils von selbst ab; durch Zusatz von Alkohol läßt sich dieses noch vollständiger zu Stande bringen.

Die durch beide Operationen erhaltene Humussäure hat gewöhnlich im trocknen Zustande eine schwarzbraune Farbe, sie kann nun näher auf die §. 73. der Agronomie erwähnten Eigenschaften geprüft werden, durch Eisenauflösungen, ob sie etwa adstringirende Eigenschaften besitzt, durch Destillation mit Kalk auf die im folgenden §. zu erwähnende Art, ob sie zum Theil aus thierischer Humussäure besteht, durch Uebergießen mit Alkohol, ob sie zum Theil harziger Natur ist; um sich zu überzeugen, ob sie etwa noch eine geringe Menge Erden beigemengt enthält, kann man sie ausglühen, wobei diese im Rückstand bleiben.

Bestimmung der in einer Erde enthaltenen thierischen Humussäure und der thierischen Substanzen überhaupt.

§. 149. Die in einem Erdreich enthaltene thierische Humussäure und die thierischen Ueberreste überhaupt sind für die Vegeta-

tion vieler Pflanzen von vorzüglicher Wirksamkeit, und es würde daher von großer Wichtigkeit sein, die Menge des in einem Erdreich sich findenden thierischen Humus von der vegetabilischen Humussäure genau unterscheiden zu können; in den Ackererden kommen beide gewöhnlich innig verbunden vor, auf nassem Wege lassen sie sich nicht scheiden; um wenigstens annähernd die Menge der in einer Ackererde sich findenden thierischen Humustheile zu bestimmen, bleibt kein anderes Mittel übrig, als zu untersuchen, wie viel Ammoniak sich aus der Erde in der Glühhitze darstellen läßt, und aus dem Stickstoffgehalt die Menge der thierischen Humustheile zu berechnen, wobei man annehmen kann, daß die thierischen Humustheile eine dem thierischen Eiweiß gleiche Menge Stickstoff enthalten; diese Methode hat namentlich zuerst Sprengel in Vorschlag gebracht. Man nimmt zu diesem Zweck am besten unabhängig von der übrigen Untersuchung eine bestimmte etwas größere Menge der Erde, pulverisirt sie fein und entzieht ihr zuvor durch wiederholtes Uebergießen mit Wasser, die sich etwa schon darin findenden Ammoniaksalze, trocknet die Erde wieder und setzt ihr im pulverisirten Zustand das 3 — 4fache ihres Gewichts ätzenden Kalk zu, welcher durch Benetzen mit Wasser in pulverförmig zerfallenen Zustand (pulverförmiges Kalkhydrat) übergegangen ist, bringt das Ganze in eine mit einem ziemlich langen Halse versehene, mit Lehm beschlagene gläserne Retorte, deren Hals man in einen mit verdünnter Salzsäure versehenen Glascylinder leitet, und glüht die Erde so lange, bis die Gasentwickelung aufhört. Man verdünstet hierauf die saure Flüssigkeit bei gelinder Wärme, und löst den Rückstand in Wasser auf; das sich während der trockenen Destillation erzeugende brenzliche Oel senkt sich zu Boden und kann durch Dekantiren und Filtriren von der Flüssigkeit getrennt und der Menge nach bestimmt werden. — Die übrige Flüssigkeit enthält nun den Salmiak, er krystallisirt in feinen federartigen Krystallen und entwickelt durch Zusammenreiben mit Kalk sogleich den bekannten Ammoniakgeruch. Aus seinem Gewicht läßt sich die Menge des Ammoniaks und Stickstoffs und aus diesem annähernd die Menge der zersetzten thierischen Humustheile berechnen; 100 Gewichtstheile Salmiak entsprechen 32,0 Theilen Ammoniak, 26,4 Stickstoff und diese 168,2 Theilen thierischem Eiweiß, welchem entsprechend eine gleiche Menge zersetzte thierische Stoffe angenommen werden können.

Ausscheidung des Gypses.

§. 150. Enthält ein Erdreich nur wenig Gyps, so löst er sich mit den übrigen in Wasser auflöslichen Salzen auf, und seine Menge läßt sich aus dem Rückstand des wäßrigen Auszugs nach §. 145. Nr. 3. und 4. durch Präcipitation der Schwefelsäure und Kalkerde finden, auch ohne Zerlegung setzt er sich beim Abdampfen des wäßrigen Auszugs als ein in wäßrigem Weingeist unauflösliches Pulver ab.

Enthält eine Erde mehr Gyps, als daß sie sich durch bloßes Wasser ausziehen ließe, so löst sich ein Theil desselben zugleich in der Salzsäure auf, welche man etwa anwandte, um die kohlensaure Kalkerde der Erde aufzulösen; um dessen Menge zu finden, fällt man daher die Schwefelsäure des Gypses durch salzsauren Baryt als Schwerspath, 100 Theile des geglühten Schwerspaths entsprechen 58,62 geglühtem und 70,4 krystallisirtem Gyps; man kann in diesem Fall auch die Salzauflösung ganz abdünsten, die überflüssige Salzsäure verflüchtigt sich dadurch, worauf sich die übrigen salzsauren Salze in wäßrigem Weingeist auflösen lassen, während der Gyps als ein unauflösliches Pulver zurückbleibt.

Enthält ein Erdreich sehr viel Gyps, wie dieses in der Nähe von Gypsgruben und bei Gypsmergeln zuweilen der Fall ist, so würde sich der Gyps weder durch bloßes Wasser, noch in wäßriger Salzsäure vollständig auflösen, oder man müßte wenigstens eine sehr große Menge Flüssigkeit anwenden; man erreicht in diesem Fall besser seinen Zweck durch Zerlegung des Gypses auf folgende Art:

Nach Abscheidung der in Wasser auflöslichen Theile des kohlensauren Kalks, der Bittererde und der Humussäure durch Kochen mit kohlensaurem Kali, wird der Gyps schon zum Theil durch die letztere Operation von selbst zerlegt, enthält nämlich die Erde beim Kochen mit kohlensaurem Kali (nach §. 149.) noch Gyps, so verbindet sich ein Theil des überschüssigen Kalis mit der Schwefelsäure des Gypses zu einem in Wasser auflöslichen Salz, zu schwefelsaurem Kali, während sich die Kohlensäure mit der Kalkerde des Gypses verbindet und als kohlensaure Kalkerde in der Erde zurückbleibt, übergießt man daher nun die zurückbleibende Erde mit Salzsäure, so löst sich diese neu gebildete Kalkerde sogleich auf, aus deren Menge sich nun die Menge des zerlegten Gypses leicht berechnen läßt; 100 Gewichtstheile kohlensauren Kalks entsprechen 134,1 Gewichtstheilen geglühtem Gyps.

Wünscht man, unabhängig von der Ausscheidung des Humus die Menge des Gypses eines Erdreichs zu bestimmen, oder befürchtet man, daß durch das Kochen mit kohlensaurem Kali noch nicht aller Gyps zerlegt worden sei, so kocht man die Erde zuerst ½ Stunde mit kohlensaurem Kali, dünstet dann völlig ab, glüht das Gemeng gelind und löst es wieder in Wasser auf; das schwefelsaure Kali löst sich in dem Wasser mit dem überschüssig zugesetzten Kali auf, man neutralisirt nun die Auflösung mit Salzsäure und fällt die Schwefelsäure des zerlegten Gypses durch salzsauren Baryt, (Baryumchlorid) 100 Theile des gefällten Schwerspaths entsprechen 58,62 geglühtem Gyps. — Die kohlensaure Kalkerde läßt sich wie oben durch Salzsäure aus der Erde auflösen und ihre Menge bestimmen.

Ausscheidung der phosphorsauren Kalkerde.

§. 151. Enthält ein Erdreich phosphorsaure Kalkerde, welche durch die Asche verschiedener Pflanzen, durch Knochen und andere

thierische Ueberreste leicht in ein Erdreich gelangen kann, so ist es nach dem oben von diesem Salz §. 77. Erwähnten von Wichtigkeit, seine Menge zu bestimmen; es kann dieses auf folgende Art geschehen:

Hat man aus der Erde den Gyps geschieden, so bringt man eine bestimmte Menge derselben mit Salzsäure in reichlicherer Menge zusammen, als zur Auflösung der leichter auflöslichen Erden nöthig ist, läßt das Ganze in mäßiger Wärme (Digestionswärme) stehen, filtrirt die Auflösung, dünstet sie völlig ab und trocknet den Rückstand in mäßiger Wärme über einer Lampe, bis keine freie Säure mehr entweicht; übergießt man nun den trocknen Rückstand mit Wasser, so löst dieses die etwa durch die Salzsäure gebildeten Salze auf, während die phosphorsaure Kalkerde als ein in Wasser unauflösliches Pulver zurückbleibt.

Sollte die Erde mehrere phosphorsaure Salze zugleich enthalten, so müßte die gesammte Menge der Phosphorsäure auf die §. 158. anzuführende Methode besonders bestimmt werden, ebenso die Menge der einzelnen Basen. Es ergiebt sich aus dieser Auflöslichkeit der phosphorsauren Kalkerde in starker Salzsäure, daß sich bei dem oben §. 147. angeführten Verfahren, die kohlensaure Kalkerde durch Salzsäure aufzulösen, in der Salzsäure auch leicht etwas phosphorsaure Kalkerde auflösen kann, wenn die Säure zu concentrirt angewandt wird; ist dieses der Fall, so wird man die phosphorsaure Kalkerde durch das oben erwähnte Verfahren leicht von der kohlensauren Kalkerde trennen können; nur muß zu diesem Zweck die salzsaure Auflösung durch gesättigtes kohlensaures Kali und nicht durch kleesaures Kali gefällt werden. — Enthält die salzsaure Auflösung außer phosphorsaurer Kalkerde blos Kalkerde aufgelöst, wie dieses der Fall ist, wenn ein Gemeng von kohlensaurer und phosphorsaurer Kalkerde in überschüssiger Salzsäure aufgelöst wird, so läßt sich die phosphorsaure Kalkerde auch als Ganzes durch Ammoniak aus der Auflösung fällen, wobei die zuvor an Kohlensäure gebundene Kalkerde als Kalkwasser in der Auflösung zurückbleibt.

Bestimmung des Thons und Zerlegung desselben.

§. 152. Das nach Abscheidung dieser Stoffe übrig bleibende erdige Pulver besteht gewöhnlich größtentheils aus Thon, der innigen Verbindung von Thon und Kieselerde mit etwas Eisenoxyd (§. 27. der Agronomie); ist oft selbst sehr verschieden zusammengesetzt, nicht selten enthält er zugleich feine Bruchstücke verschiedener anderer schwerauflöslicher Mineralkörper. Man bestimmt zuerst seine Menge als Ganzes in einem wie oben bei 40° R. ausgetrockneten Zustand, wägt dann einen Theil desselben, etwa 100 Gran, zur weitern chemischen Zerlegung ab und wendet das Uebrige an, um die in ihm enthaltenen enger gebundenen wäßrigen und etwa noch beigemengten organischen, in Wasser und kohlensauren Alkalien unauflöslichen Stoffe auszumitteln.

Bestimmung des Wassergehalts und der organischen Beimengungen des Thons.

§. 153. Der Verlust, welchen ein Thon durch Ausglühen erleidet, besteht gewöhnlich größtentheils aus Wasser in Verbindung mit einigen organischen Ueberresten; in der Regel bestehen diese aus verkohlten Pflanzen oder einzelnen Pflanzenfasern; um die Menge dieses Wassers und der Pflanzenüberreste zu finden, bestimmt man zuerst das Gewicht des Thons in seinem bei + 40° R. ausgetrockneten Zustand, bringt ihn fein pulverisirt, dicht eingedrückt in einen verschlossenen, oben mit einer kleinen Oeffnung versehenen Tiegel, glüht ihn mäßig und läßt ihn in dem verschlossenen Tiegel erkalten, dessen Gewicht nun bestimmt wird. Hat der Thon durch das Glühen eine schwärzliche oder selbst schwarze Farbe angenommen, wie dieses bei humusreichen Erden gewöhnlich der Fall ist, so glüht man das erdige Pulver so lange aufs Neue unter wiederholtem Umrühren in einem offenen Tiegel, bis sich die schwarze Farbe völlig verloren hat, läßt die Erde nun aufs Neue erkalten und wägt sie; der Gewichtsverlust, welchen der Thon durch das zweite Glühen erlitt, entspricht der Menge der verflüchtigten kohligten Theile, aus deren Menge sich annähernd die Menge der in dem Thon enthaltenen Pflanzenüberreste berechnen läßt; legt man Karstens Erfahrungen zu Grund, nach welchen bei dem Verkohlen von Holzarten, Stroh und Stängeln verschiedener Pflanzen die Vegetabilien im Mittel 25 Procent der angewandten vegetabilischen Stoffe an Kohle enthalten, so entspricht das Vierfache des letzten Glühverlusts der Menge der verflüchtigten vegetabilischen Stoffe; den übrigen Glühverlust kann man dann als verflüchtigtes Wasser in Rechnung bringen.

Zerlegung des Thons selbst.

§. 154. Der Thon selbst ist ein sogenanntes Silicat, eine innige chemische Verbindung von Thon und Kieselerde, gewöhnlich in Verbindung mit Eisenoxyd und Braunsteinoxyd, dem auch noch andere enger gebundene Stoffe beigemengt sein können; seine Zerlegung gelingt nur durch mehrstündiges Kochen mit concentrirten Mineralsäuren, namentlich mit Schwefelsäure, oder durch Glühen mit fixen Alkalien, durch das sogenannte Aufschließen der Mineralien, wobei die Kieselerde mit dem Kali in enge chemische Verbindung tritt, wodurch sich dann die übrigen Erden und Metalloxyde vollständig in Säuren auflösen lassen; von beiden Methoden soll hier näher die Rede sein.

Zerlegung des Thons durch Schwefelsäure.

§. 155. Bei einfachern, weniger zusammengesetzten Thonarten, wo es nicht darum zu thun ist, etwa andere zugleich in dem Thon enthaltene Bruchstücke von Gebirgsarten zu zerlegen, reicht die Zerlegung durch Schwefelsäure hin. Man kocht zu diesem Zweck

den Thon mit concentrirter Schwefelsäure mehrere Stunden, oder digerirt ihn mit dieser Säure mehrere Wochen, bis die Schwefelsäure nichts mehr auflöst, wobei man auf 100 Theile Thon etwa 120 Theile concentrirte Schwefelsäure anwendet. Sollte der Thon keinen Flußspath beigemengt enthalten, so würden die bei dem Kochen mit Schwefelsäure entweichenden flußsauren Dämpfe darüber gehaltenes Glas angreifen und dadurch die Gegenwart dieser Säure leicht erkannt werden können. Man kocht zuletzt das Ganze bis zur trocknen Masse ein, übergießt es mit Wasser und kocht es aus; die Kieselerde bleibt als ein in Wasser unauflösliches Pulver zurück, während sich die an die Schwefelsäure gebundene Thonerde und die Metalloxyde in Wasser auflösen; man schlägt nun die aufgelöste Thonerde und das Eisenoxyd durch caustisches Ammoniak, die etwa aufgelöste Kalkerde durch kleesaures Kali und das Manganoxydul durch kohlensaures Natron kochend nieder; 100 Gewichtstheile in der Siedhitze getrockneter kleesaurer Kalk entsprechen 35,8 Theilen reinem Kalk und diese 49,2 Theilen Flußspath; man wird in diesem Fall auch die ausgeschiedene Kieselerde noch etwa auf Gyps zu untersuchen haben, der sie noch verunreinigen könnte; aus der Menge dieses Gypses würde sich die Menge der Kalkerde und des Flußspaths gleichfalls berechnen lassen. Da die Kalkerde und Bittererde auch zuweilen an Kieselerde, statt an Kohlensäure eng gebunden in einem Erdreich vorkommt, so wird man auch hierauf seine Aufmerksamkeit zu richten haben; nur durch messende Bestimmung der Kohlensäure selbst (siehe §. 158. unten) läßt sich dieses mit Bestimmtheit ausmitteln.

Zerlegung des Thons durch Glühen mit Alkalien.

§. 156. Bei genauern Analysen ist folgende Methode der im vorigen §. erwähnten vorzuziehen; man verfährt dabei auf folgende Art:

1) Man bringt etwa 100 Gran des von kohlensaurem Kalk befreiten Thons mit dem 3fachen Gewicht ätzendem Kali oder Natron zusammen und glüht das Ganze in einem Platin- oder Silbertiegel; man setzt diesen geschlossen allmählig der Rothglühhitze aus, nimmt ihn aus dem Feuer, wenn die Stoffe geschmolzen oder wenigstens teigartig geworden sind, welches gewöhnlich in ¼ Stunden erfolgt, und läßt das Ganze erkalten. Die geschmolzene Masse wird nun durch kochendes Wasser aufgeweicht und nun alles in einem gläsernen Gefäß mit Salzsäure übergossen, welche dann alles auflöst, wenn der Thon und die ihm etwa beigemengten Fossilien gehörig aufgeschlossen wurden; sollte noch etwas unaufgelöst bleiben, so wird dieses aufs Neue einer ähnlichen Operation unterworfen, bis sich alles in der Salzsäure auflöst. — Ist die Auflösung etwas pomeranzengelb gefärbt, so deutet dieses auf Eisenoxyd, eine etwas purpurrothe Färbung würde mehr auf Manganoxyd deuten. — Man bringt nun die salzsaure Auflösung in eine Porzellanschale

und verdampft sie; am Ende des Verdampfens wird die Flüssigkeit gallertartig; so wie dieses der Fall ist, muß sie während des weitern Abdampfens anhaltend umgerührt werden, damit sich die letzten Antheile von Wasser und Säure vollständig verflüchtigen. Die zurückbleibende trockene Masse wird nun mit destillirtem, mit etwas Salzsäure geschärftem Wasser wiederholt ausgelaugt, das unaufgelöst Zurückbleibende ist die Kieselerde, sie wird getrocknet, ¼ Stunde im Platintiegel in starker Rothglühhitze geglüht und dann noch warm ihr Gewicht bestimmt.

2) Die salzsaure Auflösung, welche nun durch das viele Aussüßwasser gewöhnlich sehr verdünnt ist, wird nun durch Abrauchen wieder etwas concentrirt und dann durch ätzendes Ammoniak niedergeschlagen; der Niederschlag enthält nun die Thonerde und das Eisenoxyd, vielleicht auch etwas Manganoxydul, Bittererde und Kalkerde; er wird auf ein Filtrum gebracht und gehörig ausgesüßt; die übrige salzsaure, mit Ammoniak versetzte Auflösung enthält den größern Theil des etwa im Thon noch enthaltenen Kalks, der Bittererde und des Braunsteinoxyds, sie wird unabhängig von dem Niederschlag nach Nr. 6. weiter zerlegt.

3) Der vorzüglich die Thonerde enthaltende Niederschlag wird noch feucht in ätzende Kalilauge gebracht, das Kali löst die Thonerde auf und läßt die sie etwa noch verunreinigenden Stoffe zurück; man trennt nun die thonhaltige Kalilauge durch ein Filtrum von den unaufgelöst bleibenden Theilen und setzt ihr so lange Salmiak zu, als sich noch weiße Flocken abscheiden, kocht die Flüssigkeit auf und filtrirt sie; das auf dem Filtrum Bleibende ist die Thonerde, man glüht sie in starker Rothglühhitze im Platintiegel aus und bestimmt ihr Gewicht; sie muß rein weiß sein.

4) Das in der Aetzlauge unaufgelöst Bleibende enthält nun vorzüglich das Eisenoxyd; man löst es in Salzsäure auf, bringt es durch allmähligen Zusatz von Salpetersäure in der Wärme, so lange sich Salpetergas entwickelt, auf seinen höchsten Oxydationsgrad und schlägt es durch kohlensaures Kali nieder, welches man langsam in der Kälte zusetzt und hinlänglich umrührt, damit sich das Eisenoxydsalz gehörig zersetzt; das niederfallende kohlensaure Eisenoxyd wird nun durch ein Filtrum abgeschieden getrocknet, und im Platintiegel der Rothglühhitze ausgesetzt; es muß dunkelbraun sein, beim Zerreiben dunkelrothbraun werden, und sich vollkommen in Salzsäure auflösen.

5) Die mit kohlensaurem Kali versetzte salzsaure Auflösung kann nun noch etwas Kalk, Talkerde und Braunsteinoxyd enthalten. Man setzt der Sicherheit wegen noch etwas kohlensaures Kali zu und kocht sie, wobei diese 3 Stoffe zu Boden fallen, und raucht alles bis zur Trockenheit ab, um auch die letzten Antheile von Mangan und Talkerde abzutrennen, löst dann durch Uebergießen mit Wasser das im Wasser lösliche salzsaure Salz auf. Man sammelt nun den vielleicht aus etwas Kalk, Bittererde und Braunsteinoxyd bestehenden Rückstand auf einem Filtrum, trocknet ihn und löst ihn

in Schwefelsäure auf, raucht die schwefelsaure Auflösung ab und erhitzt sie hinlänglich, um alle überschüssige Schwefelsäure zu verjagen. Der Rückstand wird nun in etwas Wasser aufgelöst, wobei der schwefelsaure Kalk unaufgelöst zurückbleibt, getrocknet und gewogen wird; 100 Theile desselben entsprechen im ausgeglühten Zustand 41,53 Theilen reinen Kalks. Die übrige das schwefelsaure Mangan und die schwefelsaure Bittererde enthaltende Auflösung wird nun mit noch mehr Wasser verdünnt und so lange hydrothionsaures Ammoniak zugesetzt, als eine Trübung erfolgt; der gelbliche Niederschlag ist Manganoxyd, welches man an der Luft trocknet und so lange glüht, bis der Rückstand eine schwärzlichbraune Farbe erhält; aus der rückständigen Auflösung wird nun die Bittererde durch kohlensaures Kali in der Siedhitze niedergeschlagen, die übrige Auflösung bis zur Trockenheit abgeraucht und wieder in Wasser gelöst, wobei vielleicht noch etwas Bittererde zurückbleibt, die nun wie die zuerst erhaltene Bittererde getrocknet, ¼ Stunde stark im Platintiegel ausgeglüht und gewogen wird.

6) Noch hat man die obige unter Nro. 2. erhaltene salzsaure mit Ammoniak versetzte Auflösung zu zerlegen, welche Kalk, Bittererde und Braunsteinoxyd enthalten kann. Man versetzt sie mit überschüssig zugesetztem kohlensauren Kali, kocht sie und scheidet diese 3 Stoffe auf dieselbe oben unter Nro. 5. angeführte Methode.

Zerlegung des Thons durch salpetersauren Baryt.

§. 157. Zuweilen finden sich im Erdreich auch kali- oder natronhaltige Gebirgsarten, namentlich ist dieses der Fall, wenn sich ein Erdreich zum Theil durch Verwitterung von Granit, Feldspath, Basalt, Trapptuff, Bimsstein und anderen kalihaltigen Gebirgsarten gebildet hat; die Alkalien sind in diesem Fall sehr eng an die übrigen Erden gebunden; um ihre Menge zu finden, wird die Zerlegung solcher Sand- und Thonarten am besten durch Glühen mit salpetersaurem Baryt vorgenommen.

Man mengt zu diesem Zweck den feingeriebenen Thon oder Sand innig mit dem 5 — 6fachen Gewicht fein zerriebenen salpetersauren Baryt und trägt das Gemenge in kleinen Portionen etwa von 5 zu 5 Gran auf einmal, um zu starkes Schäumen zu vermeiden, in einen mäßig glühenden Platintiegel, läßt das Ganze ¼ Stunde mäßig glühen, weicht die geglühte Masse in etwas Wasser und dann in Salzsäure auf; sollte noch etwas unaufgelöst zurückbleiben, so wird dieses noch einmal mit salpetersaurem Baryt geglüht und auch dieses in Salzsäure aufgelöst. Man dünstet dann die salzsaure Auflösung wie oben (§. 156.) zur Trockenheit ab, löst diesen Rückstand in etwas mit Salzsäure gesäuertem Wasser wieder auf, wobei die Kieselerde als in Wasser unauflöslich zurückbleibt, welche man durch ein Filtrum abscheidet; aus der übrigen Auflösung wird nun der Baryt durch Schwefelsäure niedergeschlagen; die Thonerde mit dem etwaigen Eisen und Braunsteinoxyd und Bitter-

erde werden wie oben (§. 156. Nro. 2.) durch Ammoniak gefällt und weiter zerlegt, so wie der noch etwa in der Auflösung befindliche Kalk, die Bittererde und das Braunsteinoxyd durch kohlensauerliches Ammoniak. Es bleiben dann in der salzsauren Auflösung blos noch Kali und Natron übrig; man verdünstet diese Auflösung und setzt ihr während dieses noch etwas kohlensäuerliches Ammoniak zu, um zu prüfen, ob noch ein Niederschlag erfolge, dünstet endlich alles völlig ein, verjagt den Salmiak in einer Porzellanschale in der Hitze und verwandelt das rückständige Salz durch Zusatz von etwas, jedoch nicht zu viel zugesetzter Schwefelsäure in ein schwefelsaures; man glüht nun dieses schwefelsaure Salz, und bestimmt sein Gewicht, löst es in so viel Wasser auf, als zu dessen Auflösung nöthig ist, und schlägt das Kali durch überschüssig zugesetzte Weinsteinsäure als Weinstein nieder, 100 Theile desselben entsprechen 24,88 Gewichtstheilen Kalis und 46 Theilen schwefelsauren Kalis; den übrigen Theil des schwefelsauren Salzes bringt man als schwefelsaures Natron in Rechnung, von welchem 100 Theile im geglühten Zustand 43,7 Theilen reinem Natron entsprechen.

Bestimmung des Kohlensäuregehalts eines Erdreichs.

§. 158. Die in einem Erdreich sich findende Kalk- und Bittererde sind nicht immer mit Kohlensäure gesättigt; zuweilen sind diese Erden an die Kieselerde des Bodens gebunden; auch das Eisenoxyd eines Erdreichs kann mehr oder weniger Kohlensäure gebunden enthalten, daher es in verschiedener Beziehung von Interesse sein kann, die in einem Erdreich enthaltene Kohlensäure zu bestimmen, um namentlich beurtheilen zu können, ob die in einem Boden sich findende Kalk- und Bittererde völlig mit Kohlensäure gesättigt ist; gesättigte kohlensaure Kalkerde enthält im ausgetrockneten Zustand 43,61 Procent, die kohlensaure Bittererde 51,7 Procent Kohlensäure.

Die in einem Erdreich enthaltene Kohlensäure kann entweder aus dem durch Entweichung der Kohlensäure entstehenden Gewichtsverlust, oder durch Messung der entweichenden Kohlensäure selbst geschehen; das Verfahren bei jeder dieser Methoden ist folgendes:

1) Die Bestimmung der Menge der Kohlensäure aus dem Gewichtsverlust geschieht auf folgende Art: Man setzt ein hinlänglich hohes cylinderförmiges Glas auf eine Wagschale und bringt in das Glas etwa 3mal so viel Salzsäure, als die zu untersuchende Erde beträgt; man setzt nun alles ins Gleichgewicht, bemerkt das Gewicht und trägt nun allmählig eine gleichfalls zuvor genau gewogene Menge Erde in kleinen Portionen in die Säure, wobei man sehr darauf achtet, daß beim Aufbrausen der Erde nichts durch Spritzen verloren gehe; nach Beendigung des Aufbrausens wird das Gewicht aufs Neue bemerkt; der Gewichtsverlust, welchen die Erde durch das Aufbrausen erleidet, entspricht der Menge der entwickelten Kohlensäure. Das Gewicht der auf Kohlensäure zu prüfenden Erde sei 200 Gran, und das Cylinderglas mit der Salzsäure habe vor

dem Zusatz der Erde 600, und nach dem Zusatz der Erde 740 Gran gewogen, so würden sich 600 + 200 — 740 = 60 Gran Kohlensäure entwickelt haben.

Man darf bei diesem Versuch nicht zu langsam verfahren, weil sonst während des Versuchs selbst ein Theil Säure verdunstet; aus demselben Grund ist es zweckmäßig, zu diesem Versuch keine concentrirte Säure anzuwenden, sondern diese zuvor mit etwa einer gleichen Menge Wasser zu verdünnen.

2) Genauer erhält man die Kohlensäure, wenn man die sich beim Uebergießen mit Säure entwickelnde Luft wirklich unter Quecksilber auffängt und ihr Volumen mißt, oder sich eines eigenen, zu diesem Versuch eingerichteten Apparats bedient, welcher auf Tab. I. Fig. 5. der Agronomie abgebildet ist; a ist eine zur Aufnahme der Erde bestimmte Flasche, b das die Säure enthaltende Gefäß, welches mit einem gut schließenden Hahn versehen ist, c ist eine Röhre, an welcher sich eine schlaffe Blase befindet, e das Gefäß zur Aufnahme der Blase, d ein nach Cubikzollen und Theilen von Cubikzollen eingetheilter Glascylinder. Beim Versuch bringt man eine bestimmt abgewogene Menge Erde in das Gefäß a, füllt b mit Salzsäure, die mit einer gleichen Menge Wasser verdünnt ist, und setzt dieses Gefäß am Rand luftdicht geschlossen auf a. Läßt man nun durch Oeffnen des Hahns Säure in das Gefäß a fließen, so dringt das sich entwickelnde Gas in die Blase und dehnt diese aus, wodurch ein gleiches Volumen Wasser aus der Stelle gedrängt wird, welches in die graduirte Glasröhre fließt, dessen Menge dem Volumen der entwickelten Kohlensäure entspricht. (1 rheinischer Duodecimal-Cubikzoll Kohlensäure wiegt bei + 10° R. und 28 p. Zoll Barometerhöhe 0,54 Gran med. Gewicht und diese entsprechen 1,23 Gran kohlensauren Kalks.)

Ist die Menge der Kohlensäure eines Erdreichs bedeutend, so läßt sich dieser Apparat auch leicht dahin abändern, daß man statt der Röhre c eine Sförmig gekrümmte Röhre einsetzt, und die aus ihr austretende Kohlensäure sogleich unter Quecksilber in einer graduirten größern, gleichfalls mit Quecksilber gefüllten Röhre auffängt *).

Bestimmung der enger gebundener Phosphorsäure und des phosphorsauren Eisenoxyds.

§. 159. Außer der phosphorsauren Kalkerde kann in einem Erdreich auch leicht phosphorsaures Eisenoxyd enthalten sein; in

*) Um die Menge der Kohlensäure, man mag sie durch das Volumen oder Gewicht der entweichenden Kohlensäure bestimmen, genau zu erhalten, ist es nöthig, zu diesem Versuch eine Salzsäure anzuwenden, welche schon mit Kohlensäure gesättigt ist, indem die Salzsäure, selbst wenn sie rein angewandt wird, von der sich entwickelnden Kohlensäure etwas in ihre Zwischenräume aufnimmt, (nach Zenneks neuern Versuchen in Kastners Archiv der Naturlehre im 16ten Band S. 228. Jahrg. 1829) und daher während der Auflösung nicht alle Kohlensäure entweicht; man verschafft sich eine solche Salzsäure, wenn man in ihr vor der Anwendung in einem cylinderförmigen Gefäß etwas kohlensauren Kalk auflöst.

sumpfigen torfreichen Gegenden ist dieses nicht selten der Fall; man bestimmt in diesem Fall die Menge der in einem Erdreich enthaltenen Phosphorsäure zuerst als Ganzes, wodurch sich unter Berücksichtigung der zugleich vorhandenen Kalkerde das phosphorsaure Eisenoxyd berechnen läßt.

Um die Menge der Phosphorsäure überhaupt zu finden, löst man die die phosphorsauren Salze enthaltende Erde in Salpetersäure auf, stumpft die Salpetersäure durch Ammoniak ab und versetzt die Auflösung so lange mit essigsaurem Blei, als noch ein weißer am Licht gelblich werdender Niederschlag entsteht, welcher aus phosphorsaurem Blei besteht; zu der filtrirten und durch Abdampfen concentrirten Flüssigkeit setzt man noch einen Antheil Fällungsmittel hinzu, wobei sich oft noch etwas phosphorsaures Blei abscheidet; zur Sicherheit wird die Auflösung völlig abgedampft und wieder in Wasser aufgelöst, wo der letzte Antheil von phosphorsaurem Blei als ein unauflösliches Pulver zurückbleibt, dessen ganze Menge nun bestimmt wird; 100 Gewichtstheile desselben entsprechen 24,24 Phosphorsäure, und diese entsprechen 58,06 unausgeglühtem und 45,9 Theilen wasserlosem ausgeglühten phosphorsauren Kalk. Das phosphorsaure Eisenoxyd selbst läßt sich näher auf folgende Art zerlegen: man kocht es mit ätzendem Kali ein, wobei die Phosphorsäure an das Kali tritt, der Rückstand wird hierauf in Wasser aufgelöst und filtrirt, wobei das Eisenoxyd als ein braunes Pulver zurückbleibt, welches man etwa auch in chlorsalpetriger Säure auflösen und das Eisen rein durch Ammoniak fällen kann. Das in Wasser aufgelöste, nun vorzüglich aus phosphorsaurem Kali bestehende Salz wird nun mit Salpetersäure neutralisirt, abgedampft, um die etwa im Kali zugleich aufgelöste Kieselerde abzuscheiden und die Auflösung dann mit salpetersaurem Blei gefällt, wobei sich aus dem gefällten phosphorsauren Blei die Menge der Phosphorsäure wie oben berechnen läßt.

Bestimmung von enger gebundener Schwefelsäure, von Schwerspath und schwefelsaurer Strontianerde.

§. 160. Sollte man in einem Erdreich außer Gyps noch ein anderes in Wasser unauflösliches schwefelsaures Salz vermuthen, so würde man in der durch Glühen mit Alkalien aufgeschlossenen Erde zunächst die Menge der Schwefelsäure als Ganzes zu bestimmen haben; man löst zu diesem Zweck den geglühten Rückstand in Salzsäure auf und schlägt die Schwefelsäure durch salzsauren Baryt (Chlorbaryum) nieder; 100 Theile geglühter schwefelsaurer Baryt entsprechen 34,37 Theilen trockner Schwefelsäure.

Gewöhnlich hat man in diesem Fall zunächst auf Schwerspath, oft in Verbindung mit etwas schwefelsaurer Strontianerde, seine Aufmerksamkeit zu richten; um deren Menge zu bestimmen, kocht man das erdige Pulver, in welchem man diese schwefelsauren Salze vermuthet, mit kohlensäuerlichem Kali und glüht sie gelind, löst den

Rückstand, der nun die zerlegte kohlensaure Schwererde und Strontianerde mit schwefelsaurem Kali enthält, in Salzsäure auf, scheidet etwaiges Eisenoxyd und Thonerde (nach §. 155. Nro. 2.) durch Ammoniak ab, dünstet das Uebrige bis zur Trockenheit ein und glüht es im Platintiegel, wodurch sich das salzsaure Ammoniak verflüchtigt, während Chlorbaryum und Chlorstrontium, vielleicht mit noch anderen Chlorverbindungen, zurückbleiben. Um das Chlorbaryum von Chlorstrontium zu scheiden, übergießt man die feingeriebene erkaltete Masse mit dem 8., höchstens 16fachen Gewicht 85 Proc. haltigen Weingeist, und kocht ihn mit der Salzmasse, bis sich nichts mehr im Weingeist auflöst; das Unaufgelöste enthält das Baryum-, das Aufgelöste das Strontium-Chlorid. Man löst nun das erstere in Weingeist unauflösliche Salz in Wasser auf und setzt etwas Schwefelsäure zu, wodurch der wieder gebildete Schwerspath als ein weißes Pulver zu Boden fällt und dem Gewicht nach bestimmt werden kann; ebenso setzt man dem in Weingeist aufgelösten, nachdem man diesen abgedünstet und das Salz in Wasser aufgelöst hat, etwas Schwefelsäure zu, wodurch der schwefelsaure Strontian als ein in Wasser unauflösliches Pulver zu Boden fällt.

Abgekürztes Verfahren der Untersuchung einzelner Bodenarten.

§. 161. Es dürfte wohl selten der Fall sein, daß in einem Erdreich alle diese Stoffe enthalten sind, von deren Abscheidung in den vorhergehenden §. 143 — 160. die Rede war; hat man sich durch vorläufige Versuche überzeugt, daß in einem Erdreich blos diese oder jene Stoffe vorhanden sind, oder wünscht man blos, die vorherrschenden Bestandtheile eines Erdreichs näher zu bestimmen, so wird man das hier angeführte Verfahren auf mannigfaltige Art abkürzen können. — Hat man hinreichend Erde zur Untersuchung, welches bei Ackererden häufig der Fall ist, so ist es oft das Beste, zur Ausscheidung jedes Bestandtheils eine neue Menge Erde anzuwenden, oder je nachdem die Stoffe selbst verschieden verbunden in dem Erdreich sich finden, 2, 3 oder mehrere Stoffe zugleich abzuscheiden und diese dann erst weiter zu zerlegen; dieselbe Methode läßt sich nie bei allen Erdzerlegungen anwenden, man wird vielmehr das Verfahren nach den verschieden darin vorkommenden Stoffen mannigfaltig abändern können.

Enthält ein Erdreich außer dem Humus und wenigen in Wasser auflöslichen Salzen blos Sand, Thon und kohlensaure Kalkerde, wie dieses bei vielen Ackererden der Fall ist, und wünscht man blos, diese Hauptbestandtheile zu bestimmen, ohne sie weiter zu zerlegen, so wird das Verfahren dieses sein: Man bestimmt zuerst die Menge der Fasern und steinigten Beimengungen (nach §. 141.), schlämmt dann eine bestimmte Menge, und bestimmt (nach §. 142.) die Menge des Sandes, dessen vorherrschende Bestandtheile man zugleich (nach §. 142.) näher prüft. Das Abschlämmwasser wird durch ein

Filtrum von den sich absetzenden feinern erdigen Theilen getrennt, etwa auch noch einmal mit Wasser ausgekocht und alle Flüssigkeit abgedampft, wodurch man die etwa im Wasser auflöslichen Salze und Humustheile (nach §. 144.) näher erhält, und entweder blos summarisch oder den einzelnen Salzen nach (nach §. 145. und 146.) bestimmen kann. Die feinern abgeschlämmten erdigen Theile werden nun mit verdünnter Salzsäure übergossen, welche (nach §. 147.) die im Boden sich findende kohlensaure Kalkerde auflöst; aus dem zurückbleibenden Thon wird durch Kochen mit verdünntem kohlensäuerlichen Kali (nach §. 148.) die enger gebundene Humussäure bestimmt, das Zurückbleibende ist der Thon (§. 152.), dessen wäßrige und organische Beimengungen sich durch Ausglühen (nach §. 153.) näher bestimmen lassen.

Gypshaltige Ackererden enthalten gewöhnlich nur wenigen und oft kaum einen Proc. Gyps, welcher daher schon mit den in Wasser auflöslichen Stoffen und nach §. 145. bestimmt werden kann, ohne das in §. 150. zu seiner Ausscheidung und Zerlegung erwähnte Verfahren anwenden zu müssen.

Handelt es sich blos um das Verhältniß des Sands, Kalks und Thons eines Erdreichs, so wird man zunächst den Sand durch Schlämmen vom Thon trennen, und dann sowohl aus dem Thon als Sand die Kalkerde durch verdünnte Salzsäure ausscheiden; sollte zugleich Bittererde in einem solchen Erdreich enthalten sein, so müßte diese nach §. 147. von der Kalkerde getrennt werden.

Zerlegung von Mergelarten.

§. 162. Bei Zerlegung von Mergelarten läßt sich im Allgemeinen dasselbe Verfahren beobachten, wie bei Zerlegung der Ackererden überhaupt, indem auch sie nicht selten sehr verschiedene andere Stoffe beigemengt enthalten; jedoch läßt sich bei ihrer Zerlegung häufiger ein einfacheres Verfahren anwenden, weil sie oft frei von Salzen, Humus und organischen Ueberresten sind, und es sich bei ihnen oft blos um das Verhältniß des Thons, der Kalkerde und des beigemengten Sands handelt, die man durch Schlämmen und Uebergießen mit Salzsäure leicht von einander scheiden kann.

Steinmergel und schiefrige Mergel.

Manche Steinmergel und Thonmergel der Flözgebirgsarten, namentlich die schiefrigen Mergel der Keuper- und Liasformation enthalten keinen Quarzsand, sondern bestehen blos aus einer innigen Verbindung von schiefrigem erhärteten Thon, dem oft nur wenig kohlensaurer Kalk beigemengt ist; man hat bei diesen Mergelarten daher vorzüglich ihren Gehalt an Thon und kohlensaurer Kalkerde zu bestimmen; oft führt jedoch bei diesen Mergelarten die blos chemische Untersuchung zu keinem genügenden Resultat, sie besitzen ihres großen Thongehalts ungeachtet oft die Eigenschaften eines hitzigen warmen trocknen Erdreichs, welche sich nur durch die Bestimmung ihrer wichtigern physischen Eigenschaften nach dem im vorigen Abschnitt erwähnten Verfahren näher bestimmen lassen.

Bei bittererdehaltigen Mergeln ist die Bittererde gewöhnlich sehr eng an die kohlensaure Kalkerde auf eine im Dolomit ähnliche Art gebunden; in verdünnter Salzsäure lösen sich die Kalk- und Bittererde dieser Mergel weit langsamer auf; man hat sich daher zu hüten, die Säure nicht zu kurze Zeit auf solche Mergelarten einwirken zu lassen, oft sind hierzu einige Tage Zeit nöthig; gewöhnlich zeichnen sich solche Mergel zugleich durch ein größeres specifisches Gewicht aus, das gewöhnlich größer ist, als das von bloßen Kalk, Thon oder Kieselerde enthaltenden Gebirgs- und Bodenarten.

Bittererdehaltige Mergel.

Gypshaltige Mergel enthalten oft sehr vielen Gyps, dessen Menge zu groß ist, um ihn durch bloßes Uebergießen mit Wasser aufzulösen; man gelangt in diesem Fall schneller zum Ziel, wenn man den Gyps durch kohlensaures Kali (nach §. 150.) zerlegt. — Enthält ein Mergel nur wenige Proc. Gyps, so löst sich dieser schon in der verdünnten Salzsäure mit dem Kalk auf; man dünstet in diesem Fall die durch die Salzsäure erhaltene Auflösung wieder völlig ab, wobei sich die überschüssig zugesetzte Salzsäure verflüchtigt, und löst das zurückbleibende salzsaure Salz in halb mit Wasser verdünntem Weingeist auf, wobei der Gyps als unauflöslich zurückbleibt. — Der in manchen Gegenden zum Ueberstreuen des Klees angewandte Gyps enthält nicht selten Thon beigemengt; er ist oft ein wirklicher Gypsmergel, namentlich ist dieses oft bei dem grauen Gyps der untern Neckargegenden der Fall, welcher gewöhnlich zugleich auch kohlensaure Bittererde beigemengt enthält.

Gypshältige Mergel.

Mergel, welche schon in Wasser leicht auflösliche Salze enthalten, zeigen sich oft vorzüglich wirksam; die Gegenwart solcher Salze wird sich leicht schon durch bloßes Digeriren mit Wasser auffinden lassen; namentlich enthalten die gypshaltigen Mergel zuweilen etwas Kochsalz oder Glaubersalz; man wird daher vorzüglich auf diese Salze seine Aufmerksamkeit zu richten haben, welche sich bei der leichten Auflöslichkeit dieser Salze durch die oben §. 145. angeführten Reagentien leicht auffinden lassen, wenn man eine größere Menge eines solchen Mergels mit Wasser behandelt und den wäßrigen Auszug wieder vollkommen abdünstet.

Salzhaltige Mergel.

Die Mergel enthalten zuweilen Eisenoxyd in verschiedenen Oxydationsstufen, welches auf die Vegetation von bedeutendem Einfluß sein kann, daher es oft von Interesse ist, zu bestimmen, in welchem Oxydationszustand sich das Eisenoxyd eines Bodens befindet. Oft läßt sich schon aus der Farbe des Bodens mit großer Wahrscheinlichkeit nach dem §. 29. S. 14. Angeführten auf den Oxydationsgrad des Eisenoxyds schließen; die wirkliche Trennung des Eisenoxyds und Eisenoxyduls läßt sich auch auf die schon oben §. 145. angeführte Art dadurch vornehmen, daß man beide Oxyde in Salzsäure auflöst, und zuerst das Eisenoxydul durch rothes blausaures Kali und dann das Eisenoxyd durch gewöhnliches blausaures Kali fällt; 100 Theile des erstern Niederschlags entsprechen 26,3 Proc. Eisenoxydul, 100 Theile des Letztern

Eisenoxyde enthaltende Mergel.

dagegen 32,5 Proc. Eisenoxyd. — Man hat sich übrigens bei dieser Bestimmung sehr zu hüten, das in dem Mergel enthaltene Eisenoxyd nicht etwa erst durch verschiedene Operationen während der Zerlegung, durch Glühen, durch Behandlung mit Salpetersäure in einen höhern Oxydationszustand zu versetzen, als er sich in der Natur selbst schon im Mergel befand.

Anordnung der Resultate bei Bodenuntersuchungen.

§. 163. Hat man aus einem Erdreich die einzelnen Bestandtheile ausgeschieden und die Analyse beendigt, so wird durch eine zweckmäßig geordnete Zusammenstellung der Resultate die Beurtheilung der Güte eines Erdreichs sehr erleichtert; man hat bei dieser Anordnung vorzüglich darauf Rücksicht zu nehmen, daß jedes fruchtbare Erdreich ein Gemenge, theils blos mechanisch, theils wirklich chemisch verbundener Stoffe ist, welche je nach der verschiedenen Feinheit ihres Korns und je nach ihren verschiedenen Verbindungen sehr verschieden auf die Vegetation wirken. — Die genaue Angabe, wie viel chemisch reine Kieselerde, Thonerde, Kalkerde u. s. w. in einem Erdreich enthalten sind, wird uns in landwirthschaftlicher Beziehung sehr wenig genügen; es ist vielmehr zugleich zu wissen nöthig, ob sich diese Erden in Form von Sand in kleinen dichten Körnern in einem Erdreich finden, oder ob sie die Form des feinen abschlämmbaren Thons besitzen; ob sich die Kieselerde an die Thonerde innig gebunden, oder als solche als feiner Kieselsand in einem Erdreich findet; ob die Kalkerde eines Erdreichs vollkommen mit Kohlensäure gesättigt ist, oder ob sie sich zum Theil in inniger Verbindung mit Kieselerde als Kalksilicat in einem Erdreich findet, ob das Eisenoxyd eines Bodens eng im Thon gebunden ist, oder ob sich auch freies, schon in verdünnten Säuren lösliches Eisenoxydul in einem Erdreich findet. Zweckmäßig ist es daher bei Bodenanalysen, zunächst die Menge der blos auf mechanischem Weg zu trennenden Theile, die Menge der in Wasser auflöslichen Stoffe, des Sands, des abschlämmbaren Thons und der übrigen in Wasser unauflöslichen organischen Ueberreste anzugeben, und dann erst die nähern Bestandtheile der in Wasser auflöslichen Salze, des Sands, des Thons und der Humustheile. Bei Anführung der in einer Ackererde enthaltenen kohlensauren Kalkerde, sollte immer der Kalksand von der feinen, oft dem Thon beigemengten Kalkerde getrennt aufgeführt werden; ebenso bei den übrigen etwa in doppelter Form sich in einem Erdreich findenden Erdarten.

Da alle einfachern Erden einem Boden sehr verschiedene Eigenschaften mittheilen können, je nachdem sie sich in verschiedenen Verbindungen oder selbst in verschiedenen Formen in einem Erdreich finden, welches die blos chemische Untersuchung nie aufzufinden im Stande ist, so ist es bei jedem Erdreich nöthig, seine wichtigern physischen Eigenschaften als Ganzes nach dem im vorigen Abschnitt mitgetheilten zu bestimmen und die Resultate dieser physischen Verhältnisse den chemischen Bestandtheilen beizufügen.

Die Resultate einzelner Bodenanalysen lassen sich daher am zweckmäßigsten auf folgende Art zusammenstellen:

I. Physische Eigenschaften.

1) Lage und Neigung gegen verschiedene Himmelsgegenden,
2) Untergrund und unterliegende Gebirgsart,
3) specifisches Gewicht der trocknen Erde,
4) Gewicht eines pariser Cubikzolls Erde,
5) wasserhaltende Kraft der Erde,
6) Consistenz und Festigkeit,
7) Farbe und Anfühlen.

II. Chemische Bestandtheile.

Verhältniß der feinen Erde zu den beigemengten Steinen.
Bestandtheile der feinen Erde selbst.

1) Quarzsand und in Säuren unauflösliche Theile,
2) Kalksand,
3) in Wasser auflösliche Theile, namentlich Salze,
4) kohlensaure Kalkerde,
5) kohlensaure Bittererde,
6) Humussäure, durch Kali ausziehbar,
7) vegetabilische und thierische Ueberreste,
8) Thon mit den ihm etwa beigemengten Erden,
9) Angabe der Bestandtheile des Thons selbst.

Bodenanalysen verschiedener Gegenden.

§. 164. Wir besitzen bereits viele Bodenanalysen aus verschiedenen Gegenden, sowohl Deutschlands, als benachbarter Länder; zu bedauern ist es jedoch, daß die meisten derselben auf sehr verschiedene Art angestellt sind, und daß namentlich oft in den Resultaten die durch chemische Operationen abgetrennten Stoffe nicht von den schon durch mechanische Operationen ausgeschiedenen gehörig getrennt aufgeführt sind und ihre physischen Eigenschaften zum Theil gar nicht, oder oft nur sehr unvollständig bestimmt sind, wodurch ihre nähere Vergleichung oft sehr erschwert wird und sie in landwirthschaftlicher Beziehung oft allen Werth verlieren.

Da es in agronomischer Beziehung von Wichtigkeit ist, die Resultate zu kennen, welche sich aus den näher durchgeführten Bodenanalysen verschiedener Gegenden unseres Climas ergeben, so theilen wir hier auf folgenden 5 Tafeln die Resultate der Bodenanalysen von 40 verschiedenen Bodenarten mit, welche theils sehr fruchtbare, theils unfruchtbare zum Getreidebau und andern Culturgewächsen angewandten Ackererden, Wiesenerden und Weinbergerden in sich begreifen. Um ihre Uebersicht zu erleichtern, sind hier die von denselben Chemikern untersuchten Bodenarten jedesmal zunächst in vergleichende Uebersichten zusammengestellt, wodurch sie wenigstens unter sich vergleichbar werden.

Ackererden. 1ste Tabelle.

Bodenarten	Physische Eigenschaften: Wasserhaltende Kraft	Farbe der Erde: trocken	Farbe der Erde: naß	Consistenz	Mechanisch zu trennende Theile: Sand	feine abschlämmbare Theile	Pflanzen-Reste	Chemische Bestandtheile in 100 Theilen der feinen abgeschlämmten Theile: in Wasser auflösliche Theile	Humussäure	Pflanzenüberreste	Thierische Ueberreste	Summe dieser 3 letzten	Kalkerde	Thon mit feinern Beimengungen
	proc.													
1) Sehr fruchtbarer Marschboden aus Ostfriesland	35,7	graubraun	schwarzbraun	gering	4,5	95,0	0,5	1,759	2,540	5,600	1,582	9,722	5,880	82,639
2) Sehr unfruchtbarer Boden von Lohnde aus Lüneburg	49,2	bläulichgrau	dunkler grau	groß	40,0	59,5	0,5	0,145	0,960	2,230	0,776	1,866	0,380	97,609
3) Sehr fruchtbarer Boden aus den Wesermarschgegenden		bräunlichroth		ziemlich	5,0	95,0	0	0,486	1,270	8,450	2,000	11,720	0,987	87,807
4) Sehr unfruchtbarer Boden von Wittingen	29,8	gelblichweiß		gering	97,0	3,0	0	0,022	0,20	0,80	0	1,000	0,001	98,979
5) Sehr fruchtbarer Boden von den Elbmarschgegenden	26,5	graubraun	schwarzbraun	ziemlich groß	6,0	94,0	0	0,396	1,280	5,155	1,865	8,300	0,900	90,404
6) Sehr unfruchtbarer Boden bei Schillerslage	38,8	schwarzgrau		gering	75,0	25,0	0	0,077	2,500	5,400	0	7,900	0,100	91,923
7) Fruchtbarer Boden bei Göttingen	49,2	braun	schwarzbraun	gering	16,0	84,0	0	0,100	0,789	3,251	0,960	4,900	1,824	93,176
8) Sehr unfruchtbarer Boden aus dem Göttingischen	25,0	gelblich weiß	dunkler	sehr gering	viel feiner, vom Thon schwer zu trennender Quarzsand			nur Spuren	0,720	3,474	Spuren	4,194	0,230	95,576

2te Tabelle. **Ackererden.**

Bodenarten		Kieselerde	Thonerde	Kalkerde	Talkerde	Eisenoxyde	Manganoxyde	Kali	Natron	Ammoniak	Salzsäure	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Kohlensäure	Humussäure	Ueberreste von Pflanzen	Ueberreste von Thieren	Harze
		Nähere chemische Bestandtheile in 100 Theilen																
1) Sehr fruchtbarer Marschboden aus Ostfriesland	a	64,80	5,700	6,880	0,840	6,100	0,090	0,210	0,393	Spur	0,201	0,210	0,430	3,92	2,540	5,600	1,582	
	b		0,002	0,150	0,020	0,003	0,001°	0,210	0,393		0,201	0,180	0,004					
2) Unfruchtbarer Boden von Lohnde aus Lüneburg	a	77,85	9,105	0,380	0,100	8,103*	0,040	0,001	0,002		0,003	0,007	Spur		0,960	2,230	0,776	0,04
	b	0,06				0,006									0,074			
3) Sehr fruchtbarer Boden aus d. Wesergegenden	a	70,95	9,350	0,987	0,245	5,410	0,925	0,006	0,001	Spur	0,002	0,174	0,131		1,270	8,450	2,000	
	b	0,01	0,001	0,032	0,008	0,001	0,001°	0,006	0,001		0,002	0,004	0,001			0,42 (Pflanzen und Thiere zusammen)		
4) Sehr unfruchtbarer Boden von Wittingen	a	96,00	0,500	0,001	0,001	2,000	Spur	0,001	0,0003		0,0005	0,0005	Spur		0,200	0,800		
	b	0,02		0,001					0,0005		0,0004	0,0006						
5) Sehr fruchtbarer Boden von den Elbmarschgegenden	a	83,41	4,210	0,900	0,506	1,990	0,360	0,009	0,007	Spur	0,010	0,180	0,092		1,280	5,155	1,865	
	b	0,05	0,001	0,018	0,018	0,002	0,001°	0,009	0,007		0,010	0,013	0,001		0,269			
6) Unfruchtbarer Boden bei Schillerslage	a	88,86	1,500	0,100	0,050	1,300	0,010	Spur	Spur		Spur	Spur	Spur		2,500	5,400		0,03
	b	0,02	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur°	Spur	Spur			Spur			0,055			
7) Fruchtbarer Boden bei Göttingen	a	83,30	5,128	1,824	0,822	2,968	0,280	0,003	0,001	Spur	0,0013	0,069	0,165	0,44	0,789	3,251	0,960	Spur
	b	0,01	0,001	0,015	0,005	0,001	Spur	0,003	0,001		0,0013	0,008	Spur		0,049		Spur	
8) Sehr unfruchtbarer Boden aus dem Göttingischen	a	88,09	3,878	0,230	0,260	3,105	0,133	Spur	Spur		Spur	0,112	Spur		0,720	3,474	Spur	
	b	der wäßrige Auszug enthielt nur etwas Kieselerde mit Spuren von Kochsalz und Gyps.																

Weinberg

	Gegenden	Lage gegen	Neigungswinkel gegen den Horizont	Unterliegende Gebirgsart
1.	Rosengarten im Steinberg	SW	15—20°	Thonschiefer
2.	Goldene Becher im Steinberg	SW	15—20°	Thonschiefer
3.	Johannesberg im Rheingau	S	20—25°	Thonschiefer mit Quarz
4.	Rüdesheim im Rheingau	SSW	40°	Thonschiefer
5.	Markobrunn im Rheingau	S	25°	Thonschiefer m. Mergel
6.	Forst am Haardtgebirg	S	36°	Basalt
7.	Dienheim bei Oppenheim	SO	16°	Grobkalk
8.	Neudorf im Rheingau	SW	20°	Thonschiefer
9.	Hubberg an der Bergstraße	SW	20°	Alter Sandstein
10.	Kiesel bei Weinheim	SW	36°	Granit
11.	Liebfrauenkirche bei Worms	S	0	Aufgeschwemmt
12.	Steinberg bei Handschuhsheim	SW	27°	Porphyr
13.	Lohfeld bei Heidelberg	S	22°	Granit
14.	Heiligenberg bei Heidelberg	S	22°	Alter Sandstein
15.	Nero'sberg bei Wiesbaden	S	22°	Thonschiefer
16.	Wiesloch bei Heidelberg	WNW	10°	Schieferthon
17.	Friesenberg bei Heidelberg	W	15—20°	Granit
18.	Edenkoben am Haardtgebirg	O	5°	Aufgeschwemmt

...rden. 3te Tabelle.

Wasserhaltende Kraft	Fähigkeit auszutrocknen von 100 Theilen Wasser verdünsteten	Consistenz im trocknen Zustande	Consistenz im nassen Zustande	Farbe trocken	Farbe naß
41,5	68,7	locker	ziemlich compact	grau	hellgrau
42,0	71,8	locker	ziemlich	grau	hellgrau
37,0	81,2	locker	ziemlich	röthlichgrau	rothgrau
28,0	81,2	locker	ziemlich	röthlichgrau	dunkler
40,7	62,5	sehr locker	ziemlich	hellgrau	gelblichgrau
22,5	75,0	locker	mittelmäßig	dunkelgraubraun	
49,5	65,6	sehr locker	ziemlich	gelblichgrau	graugelb
25,0	71,8	etwas fest	ziemlich	graugelb	hellgrau
24,0	65,6	pulverig	mittelmäßig	röthlichgrau	dunkelgrau
25,0	75,0	locker	mittelmäßig	röthlichgrau	bräunlichroth
35,5	68,7	locker	mittelmäßig	röthlichgrau	graubraun
25,0	71,8	staubig	mittelmäßig	grau	dunkelgrau
48,0	62,5	staubig	mittelmäßig	grau	bräunlichgrau
41,0	75,0	locker	locker	dunkelgrau	braun
37,5	68,7	locker	ziemlich	gelbgrau	gelblichgrau
37,5	78,1	ziemlich locker	ziemlich compact	dunkelgrau	dunkelbraun
25,0	68,7	locker	mittelmäßig	dunkelgrau	dunkelbraun
23,0	68,7	staubig	mittelmäßig	röthlichgrau	gelblichgrau

Weinber

	Gegenden	Mechanisch zu trennende Theile 100 Theile enthalten		Chem	
		Sand	abschlämmbare Theile	Kieselerde	Thonerde
1.	Rosengarten im Steinberg	41,5	58,5	71	18
2.	Goldene Becher im Steinberg	44,0	56,0	76	14
3.	Johannesberg im Rheingau	54,0	46,0	73	12
4.	Rüdesheim im Rheingau	72,0	28,0	71	18
5.	Markobrunn im Rheingau	46,5	53,5	60	16,5
6.	Forst am Haardtgebirg	58,5	41,5	84	6
7.	Dienheim bei Oppenheim	83,5	16,5	33	22
8.	Neudorf im Rheingau	48,0	52,0	83	9
9.	Hubberg an der Bergstraße	52,0	48,0	73	6
10.	Kiesel bei Weinheim	75,0	25,0	78	4
11.	Liebfrauenkirche bei Worms	66,5	33,5	64	8
12.	Steinberg bei Handschuhsheim	58,0	42,0	84	4
13.	Lohfeld bei Heidelberg	37,7	62,3	60	12
14.	Heiligenberg bei Heidelberg	73,0	27,0	65	8
15.	Nero'sberg bei Wiesbaden	46,0	54,0	80	14
16.	Wiesloch bei Heidelberg	21,5	78,5	78	8
17.	Friesenberg bei Heidelberg	79,0	21,0	74	6
18.	Edenkoben am Haardtgebirg	76,0	24,0	89	3

Bestandtheile in 100 Theilen								
abschlämmbaren Theile				des Sandes				
Bittererde	Humussäure	Organische Reste	Eisenoxyd	Kieselerde	Kalkerde	Bittererde	Organische Reste	Eisenoxyd
0	3,8	5	viel	99	0,5	0	Spur	viel
0	0,8	8	wenig	99	0,3	0	Spur	wenig
Spur	2,5	3	viel	95	4,0	0	Spur	viel
0	3,3	5	ziemlich	99	Spur	0	Spur	viel
Spur	2,3	4	viel	87	11	0	wenig	ziemlich
ziemlich	3,1	4	wenig	94	2	0	3	wenig
wenig	2,3	6	ziemlich	17	81	Spur	Spur	etwas
Spur	3,2	3	ziemlich	96	2,5	Spur	wenig	ziemlich
Spur	3,3	4	viel	92	7	0	Spur	Spur
Spur	6,0	5	viel	98	1,5	0	Spur	Spur
wenig	3,5	4,5	ziemlich	90	8	Spur	Spur	Spur
Spur	8,5	0,5	Spur	98	0,5	0	Spur	Spur
Spur	1,8	2,5	viel	78	20	Spur	Spur	etwas
Spur	10,0	8,0	wenig	96	2	0	etwas	wenig
0	2,5	3,0	viel	98	1	0	Spur	Spur
Spur	2,5	3,0	etwas	74	25	Spur	Spur	wenig
ziemlich	4,3	6,0	Spur	99	0,5	0	Spur	Spur
Spur	2,3	2,5	etwas	99	0,5	0	Spur	wenig

Wiesenerden.

5te Tabelle.

	Erdarten:	Feiner Sand mit Kies	Kieselerde	Thonerde	Erhärtete Thonstücke	Kohlensaure Kalkerde	Kohlensaure Bittererde	Eisenoxyd	Salze und im Wasser auflösliche Theile	Gyps	Vegetabilische Ueberreste	Verlust
1.	Armer kiesiger Sandboden	84,2	8,0	2,5		0,5		1,25	0,5		1,0	2,0
2.	Kiesiger Sandboden	88,7	2,75	1,2		1,0		0,75	0,75		1,2	3,0
3.	Schwarzer kiesiger Moorboden	78,7	2,25	0,5				0,5	1,5		16,2	0,2
4.	Reicher sandiger Boden	76,7	7,75	2,0		0,75	0,25	1,0	1,0*		7,5	3,0
5.	Gemeiner sandiger Lehm	70,0	13,2	3,7		1,0	0,25	1,0	1,0		4,7	5,0
6.	Reicher thonhaltiger Lehm	49,2	18,2	5,9		5,9		1,49	1,19		11,6	6,2
7.	Thoniger Lehm	47,5	27,5	14,5		2,0		1,75	1,25		4,5	1,0
8.	Zäher Lehm	39,7	27,7	13,7		5,2	0,5	2,0	2,75		2,5	4,7
9.	Reicher aufgeschwemmter Boden	28,7	25,0	7,0	17,5	5,75		3,2	1,75	0,5	8,5	2,0
10.	Vegetabilische Dammerde	57,7	12,5	4,5				0,5	1,0		17,5	6,2
11.	Fruchtbarer Torf **)	39,0	25,5	4,0				1,0	2,0		28,0	0,5
12.	Unfruchtbarer Torf	7,2		3,5				7,5	2,75	3,0	72,2	3,75
13.	Reicher Wiesenboden	25,5	13,75	6,25		40,0		1,0	1,0		13,75	
14.	Derselbe nach 5jähriger Benutzung als Fruchtfeld	25,0	14,25	6,5		39,75		1,25	1,25		12,0	

*) Zum Theil aus phosphorsaurem Kalk bestehend.

**) Die Hälfte der in Wasser auflöslichen Theile dieses Torfs bestand aus salzsaurem Kalk.

Bemerkungen zu den Ackererden der zwei ersten Tabellen.

§. 165. Die zwei ersten Tabellen enthalten die Resultate der vor kurzem von Herrn Dr. Sprengel in Göttingen über verschiedene, theils sehr fruchtbare, theils sehr unfruchtbare Bodenarten Norddeutschlands angestellte Untersuchungen; sie zeichnen sich durch große Genauigkeit in Angabe aller auch nur in geringer Menge sich in einem Erdreich findenden Bestandtheile aus; das Nähere dieser Untersuchungen findet sich in Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie (Tom. IV. Seite 1 — 38, Jahrgang 1829), deren Resultate hier in diesen zwei Tabellen in eine vergleichende Uebersicht zusammengestellt sind.

Die erste Tabelle enthält die mechanisch zu trennenden Theile, die für die Fruchtbarkeit wichtigern und vorherrschenden Bestandtheile überhaupt mit den physischen Eigenschaften, so weit sie von Sprengel untersucht wurden; unter dem Thon sind hier mit Ausnahme der Kalkerde und Humustheile auch noch fein zertheilte andere Stoffe begriffen, welche die 2te Tabelle näher aufzählt. — Diese 2te Tabelle enthält die näher durch die chemische Analyse ausgeschiedenen Stoffe, die erste mit a bezeichnete Linie jedes Bodens enthält die nähern chemischen Bestandtheile der sämmtlichen erdigen Theile des Bodens; die zweite Linie b die nähern Bestandtheile der durch Wasser ausziehbaren Stoffe, welche die erste Tabelle von jeder Erde blos summarisch angiebt; in der Colonne der Eisen- und Manganoxyde bedeuten die mit Sternchen bezeichneten Zahlen, daß die überwiegende Menge dieser Oxyde aus Oxydul, nicht aus Oxyd bestand.

Unterwerfen wir diese Analysen einer nähern Vergleichung, so ergiebt sich, daß die 4 sich durch größere Fruchtbarkeit auszeichnenden Bodenarten im Allgemeinen weit mehr im Wasser auflösliche Stoffe enthalten, als die 4 unfruchtbaren; die größere Menge und Mannigfaltigkeit der im Wasser auflöslichen Bestandtheile dieser fruchtbaren Böden ergiebt sich vorzüglich aus der 2ten Tabelle; daß jedoch von dieser allein nicht die größere Fruchtbarkeit eines Erdreichs abhängt, zeigt die aus den Umgebungen von Göttingen untersuchte Ackererde, welche zu den fruchtbaren Bodenarten gehört, ob sie gleich nur $\frac{1}{10}$ Procent in Wasser auflösliche Stoffe enthielt. Auch die Menge der Humussäure und des Humus im Allgemeinen giebt keinen sichern Maaßstab eines fruchtbaren Erdreichs, wie die 6te dieser Bodenanalysen, das unfruchtbare Erdreich bei Schillerslage, ergiebt; vorzügliche Berücksichtigung verdienen zugleich immer das gehörige Verhältniß der Erden zu einander, ein nicht zu geringer Gehalt an kohlensaurem Kalk, ein gehöriges Verhältniß zwischen Sand und den feinern abschlämmbaren Thontheilen, vorzüglich aber die wichtigern physischen Verhältnisse des Erdreichs als Ganzen.

Ueber die einzelnen dieser Bodenarten verdient noch folgendes bemerkt zu werden:

1) Die erste dieser Bodenarten von Ostfriesland liegt in der Nähe des Meeres, dessen Ueberschwemmungen sie früher (noch vor 70 Jahren) ausgesetzt war; es erklärt sich hieraus die Menge der im Wasser auflöslichen, vorzüglich an salzsauren und schwefelsauren Salzen reichen Bestandtheile, deren Menge in fruchtbaren von Weltmeeren entfernter liegenden Ackererden gewöhnlich weit geringer ist und oft kaum einige Tausendtheile (0,1 — 0,4 Proc.) beträgt. Dieser Boden ist ausgezeichnet fruchtbar, er wurde seit 60 Jahren, ohne gedüngt zu werden, mit dem besten Erfolg mit Getreidefrüchten und abwechselnd mit Raps und Hülsenfrüchten bestellt. Aus seinem Reichthum an Salzen, an Humus und Humussäure, bei einer hinreichenden Menge Kalk und Thon, mit der gehörigen Consistenz und wasserhaltenden Kraft, erklärt sich diese große Fruchtbarkeit genügend; die verhältnißmäßig große Menge an phosphorsaurem Kalk trägt vielleicht gleichfalls vieles zu dieser großen Fruchtbarkeit bei.

2) Der unfruchtbare Thonboden von Lohnde aus dem Lüneburgischen ist durch eine große Consistenz ausgezeichnet. Die bedeutende Menge Eisenoxydul und überwiegende Menge feiner Kieselerde scheint außer der Thonerde vorzüglich Ursache dieser großen Consistenz zu sein, welche bei dem unbedeutenden Kalkgehalt dieser Erde und vielem Eisenoxydul vorzüglich zu ihrer Unfruchtbarkeit beizutragen scheint; ihre Humusmenge allein würde nicht zu gering sein.

3) Der sehr fruchtbare Boden aus den Wesermarschgegenden ist von einer Viehweide, welche den Ueberschwemmungen der Weser ausgesetzt ist, wodurch diesem Boden vorzüglich viele vegetabilische Ueberreste zugeführt zu werden scheinen. Aehnliche in der Nähe dieser Weide liegende Marschböden bringen alle Getreidearten in großer Fülle hervor, welche jedoch im Körnerertrag dem Marschboden Ostfrieslands Nr. 1. bedeutend nachstehen; Runkelrüben gedeihen vorzüglich gut auf diesem Erdreich, dagegen gedeiht auf ihm der rothe Klee nie vorzüglich; wahrscheinlich ist für ihn dieses Erdreich zu arm an Gyps und Kochsalz.

4) Der unfruchtbare Boden aus der Gegend von Wittingen im Lüneburgischen, in jener Gegend Melmboden genannt, zeichnet sich durch großen Sandgehalt mit nur wenig Humus und wenigr durch Wasser ausziehbare Stoffe aus, wodurch sich seine Unfruchtbarkeit genügend erklärt; nach Mistdüngung gedeihen auf ihm noch am besten Roggen, Hafer, Buchweizen, Spörgel und Kartoffeln.

5) Der durch Fruchtbarkeit ausgezeichnete Elbmarschboden ist aus der Gegend von Freiburg im Lande Kehdingen, aus einer Gegend, welche tiefer liegt, als die tägliche Fluth steigt; er ist jedoch durch hohe Wälle gegen die Ueberschwemmungen des Meeres und der Elbe geschützt; Weizen, Wintergerste, Raps und Bohnen gedeihen vorzüglich gut auf diesem Boden, welches mit seinem großen Humusgehalt, mit hinreichend vielem Kalk und Thon, übereinstimmt; rother Klee will dagegen nicht besonders gedeihen.

6) Der unfruchtbare Boden einer Weide bei Schillerslage, zwischen Hannover und Celle liegend, enthält ausgezeichnet viel Kiesel-

erde mit sehr wenig Thon; die abgeschlämmten feinen Theile der Erde enthalten nur 1,5 Proc. Thonerde und nur 0,1 Proc. Kalkerde, was hinreichend seine Unfruchtbarkeit erklärt, ob er gleich viel Humussäure und organische Ueberreste enthält; Roggen und Buchweizen gedeihen noch am besten auf den ähnlichen, in der Nähe dieser Weide liegenden Böden; werden sie mit einem an Salzen reichen Mergel gedüngt, so eignen sie sich auch noch zum Anbau von Flachs, Erbsen und Bohnen.

7) Der fruchtbare Boden bei Göttingen liegt im Leinethal; alle Culturgewächse kommen auf ihm sehr gut fort, besonders gut gedeihen auf ihm Klee, Bohnen, Erbsen, Kohl, Raps, Kartoffeln und Runkelrüben; beide letztere Gewächse gedeihen vorzüglich gut, wenn mit Gyps gedüngt wird; ob er gleich nur wenig in Wasser auflösliche Stoffe enthält, so gehört er dennoch zu den fruchtbaren Böden, indem er ziemlich viele Humustheile, kohlensauren Kalk und günstige physische Eigenschaften besitzt; da er von Natur nur wenige Salze enthält, so scheint Gypsdüngung vorzüglich günstig auf ihn zu wirken.

8) Die letzte dieser Bodenarten vom Vogelsang im Fürstenthum Göttingen ist sehr unfruchtbar; sie findet sich auf flachen Gebirgsrücken dieser Gegenden, wo sie unter dem Namen Molkenboden bekannt ist; sie leidet leicht durch Trockenheit, nur Roggen, Hafer und Buchweizen können auf ihr gebaut werden, und selbst diese geben oft kaum die Aussaat wieder; der überwiegend große Sandgehalt bei nur sehr wenig andern Erden und dem beinahe gänzlichen Mangel an in Wasser auflöslichen Stoffen erklärt genügend diese große Unfruchtbarkeit.

Bemerkungen zu den Weinbergerden der dritten und vierten Tabelle.

§. 166. Die Resultate über die Weinbergerden der 3ten und 4ten Tabelle beruhen auf den Untersuchungen von Herrn Professor Geiger und Hofgärtner Metzger in Heidelberg, welche in der vor kurzem erschienenen Schrift des letztern über den rheinischen Weinbau mit verschiedenen weitern Beobachtungen über diese Verhältnisse enthalten sind; es finden sich in dieser für den rheinischen Weinbau classischen Schrift 24 Weinbergerden näher untersucht, von welchen die Resultate von 18 auf diesen 2 Tabellen zusammengestellt sind; über die Anordnung dieser Resultate bemerken wir folgendes: die Weinbergerden sind hier nach der Güte der Weine dieser Gegenden geordnet; die zuerst aufgezählten geben die besten Weine; Weine vom Jahr 1822, welche im Winter 1827 näher von Geiger auf ihren Weingeistgehalt untersucht wurden, enthielten aus den bessern dieser Gegenden 11 bis gegen 13 Procent, die meisten enthielten 10—11 Procent, die am Schluß der Tabelle stehenden 9,3 bis 9,4 Procent Weingeist.

Die 1ste dieser beiden Tabellen enthält die wichtigern physischen Verhältnisse, die Neigung gegen verschiedene Himmelsgegenden, die unterliegenden Gebirgsarten, die wasserhaltende Kraft, Consistenz, Farbe, Fähigkeit, auszutrocknen; von der Wichtigkeit dieser Verhältnisse für die Vegetation war oben im 2ten Abschnitt näher die Rede. — Die Fähigkeit, mehr oder weniger schnell auszutrocknen, wurde bei diesen Erden auf folgende Art bestimmt: die einzelnen Erden wurden in 8 Cubikzoll haltende gleiche blecherne Gefäße gefüllt und mit 4 Loth Wasser benetzt, in diesem befeuchteten Zustand wurden sie 8 Tage in einem nicht von der Sonne erleuchteten Zimmer bei einer Temperatur von 12 — 15° R. der Verdünstung ausgesetzt und dann der durch die Verdünstung entstehende Gewichtsverlust nach Quentchen bemerkt, aus welchen hier die Größe der Verdünstung je für 100,0 Theile des in der Erde enthaltenen Wassers berechnet ist. Diese Resultate sind daher unter sich vergleichbar, ob sie sich gleich nicht mit den oben im 2ten Abschnitt über diese Fähigkeit mitgetheilten Resultaten vergleichen lassen. Die 2te dieser Tabellen enthält näher die Resultate der chemischen Untersuchung; sie wurde näher auf folgende Art vorgenommen: Von jeder Erde wurde eine bestimmte Menge mit reinem Wasser so oft geschlämmt, bis sich die Erde nicht mehr mit dem Rückstand trübte; beide abgetrennte Theile, der Sand und die abgeschlämmten feinen Theile wurden nun getrocknet, gewogen und einzeln weiter untersucht.

Von den abgeschlämmten vorherrschend aus Thon bestehenden Theilen wurde ein bestimmtes Gewicht:

1) mit einer verdünnten Auflösung von kohlensaurem Kali wiederholt gekocht, so lange sich diese beträchtlich braun färbte, die Abkochung durch ein Filtrum gegossen und wieder getrocknet und der Gewichtsverlust als Humus in Rechnung gebracht.

2) Der Rückstand wurde nun in der Kälte mit verdünnter Salzsäure übergossen, welche die Kalkerde und etwa darin enthaltene Bittererde mit etwas Eisenoxyd auflöste.

3) Nun wurde aus dieser salzsauren Auflösung der Gehalt an Kalkerde, Bittererde und Eisenoxyd durch Ammoniak, Kleesäure und kohlensaures Kali, in der Kälte und Siedhitze, aus der Menge und zum Theil aus der Farbe der mit diesen Reagentien erhaltenen Niederschläge bestimmt. Der Gehalt an Bittererde und Eisenoxyd, der bei diesen Erden nur sehr wenig betrug, wurde nicht durch das Gewicht, sondern nur durch die größere oder geringere Trübung und Färbung durch diese Reagentien ungefähr bestimmt. Der in der Salzsäure unauflösliche Rückstand wurde wieder getrocknet und der Gewichtsverlust bemerkt.

4) Der vorzüglich noch aus Thon bestehende Rückstand wurde nun mit mäßig verdünnter Schwefelsäure gekocht und der so erhaltene Verlust als Thonerde in Rechnung gebracht.

5) Der scharf getrocknete Rückstand wurde nun geglüht und der

Gewichtsverlust der Menge der verflüchtigten organischen Stoffe entsprechend angenommen.

Auf gleiche Weise wurde der Sand in seine Bestandtheile zerlegt; auf Gyps wurde weiter nicht untersucht, indem sich bei vorläufigen Prüfungen der Lösungen mit Reagentien kein Gyps, oder zum Theil nur Spuren davon gezeigt hatten.

Es ergiebt sich aus dem bei Zerlegung dieser Erden angewandten Verfahren, daß unter den mit Humus bezeichneten Bestandtheilen vorzüglich die Humussäure mit den in Wasser etwa auflöslichen Stoffen dieser Erden begriffen ist; da die Menge der Letztern an Bergabhängen gewöhnlich sehr unbedeutend ist, so bezeichneten wir in dieser Tabelle diese Humusmenge durch Humussäure. — Mit den organischen Resten verflüchtigten sich auch enger an den Thon gebundene wäßrige Bestandtheile des Thons, welche daher unter den durch organische Reste bezeichneten Theilen mit begriffen sind. — Das hier als Kieselerde Bezeichnete enthielt wahrscheinlich noch mehr oder weniger enger gebundene Theile von Thonerde, welche sich nur durch längeres Kochen mit concentrirter Schwefelsäure oder Glühen mit Alkalien (§. 155. und 156.) von der Kieselerde völlig trennen läßt. — Das als Thonerde Bezeichnete enthielt zugleich etwas durch die Schwefelsäure aufgelöstes Eisenoxyd.

Bemerkungen zu den untersuchten Wiesenerden der fünften Tabelle.

§. 167. Die 5te Tabelle enthält die Resultate der Bestandtheile mehrerer zum Anbau von Gräsern und zu künstlichen Wiesen benutzten Bodenarten; sie beruhen auf den Untersuchungen von Sinclair in England *), welche zum Zweck dieser Vergleichungen hier auf Procente berechnet und in dieser Tabelle zusammengestellt sind. Die Analyse dieser Bodenarten ist zwar nicht mit der Genauigkeit durchgeführt, wie dieses zu genauern Vergleichungen wünschenswerth gewesen wäre, sie sind aber interessant durch das verschiedene Gedeihen, welches die auf ihnen gezogenen Grasarten zeigten. — Die als Kies und Kieselerde aufgeführten Bestandtheile dieser Tabelle enthielten wahrscheinlich gleichfalls noch einige Menge von enger gebundener Thonerde.

Um die Fruchtbarkeit dieser Erden zu vergleichen, wurden 10 Beete dieser einzelnen Bodenarten gerade in der Ordnung gemacht, wie sie hier aufgeführt sind (mit Ausnahme von Nr. 2., 8., 13. und 14.) und mit verschiedenen Gräsern besäet; die Samen gingen auf diesen 10 Bodenarten auf, mit Ausnahme auf dem unfruchtbaren Torf, wo gar nichts zum Vorschein kam. Belehrend war es, im folgenden Jahr den verschiedenen Grad von Ueppigkeit zu sehen,

*) Hortus gramineus Worburnensis oder Versuche über den Ertrag und die Nahrungskräfte verschiedener Gräser von Sinclair; mit 60 lithographirten Abbildungen, aus dem Engl. übersetzt von Schmidt. Stuttgart bei Cotta 1826.

welche dieselben Grasarten auf den verschiedenen Bodenarten zeigten. Die bessern Gräser, welche den Ertrag reicher Weiden ausmachen, bildeten einen dichten Grashügel. Von dem armen kiesigen Sandboden, wo sie am kleinsten waren, nahmen sie stufenweis an Ueppigkeit zu, bis sie das Beet mit reicher aufgeschwemmter Erde Nr. 9. erreichten, von wo sie in Menge des Ertrags wieder abnahmen, bis sie zuletzt bei dem unfruchtbaren Torf Nr. 12. ganz aufhörten; wahrscheinlich enthielt dieser letztere außer seinen überwiegend vielen vegetabilischen Ueberresten bei dem Mangel an kohlensaurem Kalk zugleich freie Humussäure. Im 2ten und in den folgenden Jahren, während welcher kein Dünger auf diese Beete gebracht wurde, zeigten sie nicht dieselbe Ordnung in ihrer Ueppigkeit; der kiesige Sandboden gab im 4ten und 5ten Jahre einen weit geringern Ertrag als im 2ten und 3ten; der Ertrag des sandigen und thonigen Lehms blieb dagegen beinahe gleich; der Ertrag des aufgeschwemmten Bodens und des reichen thonigen Lehms nahm selbst bis zum 5ten Jahr zu und blieb auch nachher noch längere Zeit mit wenig Abänderung gleich ergiebig.

Es ergiebt sich auch aus diesen Versuchen, daß die Fruchtbarkeit dieser Böden mit der Summe der in ihnen enthaltenen auflöslichen und vegetabilischen Stoffe in Verhältniß stand, vorausgesetzt, daß sie zugleich eine hinreichende Menge Kalk enthielten.

Auf den zwei letzten dieser Bodenarten Nr. 13. und 14., wurden unabhängig von den übrigen Versuche angestellt, in welchem Verhältniß sich Bodenarten durch die Vegetation selbst verändern. Es wurde zu diesem Zweck ein alter reicher, als Weide dienender Wiesenboden, dessen Hauptbestandtheile Nr. 13. der Tabelle enthält, 8 Zoll tief umgebrochen und 5 Jahre nach einander mit Hafer, Kartoffeln, Rüben und Weizen in der Absicht bestellt, damit er soviel wie möglich durch einen unvernünftigen Wechsel jähriger Gewächse leiden möchte; nach diesen 5 Jahren wurde die Erde aufs Neue untersucht, in welcher nun die unter Nr. 14. aufgeführten Bestandtheile gefunden wurden. Es ergiebt sich aus der Vergleichung dieser beiden Analysen, daß sich die unauflöslichen Erden des Bodens fast nicht veränderten, daß dagegen die im Boden auflöslichen Bestandtheile deutlich eine Verminderung erlitten; die Menge der feinen Kieselerde und Thonerde vermehrte sich etwas, welches sich theils durch stärkere Verwitterung der vielleicht noch im Sand enger gebundenen Thontheilchen und Verwitterung des Sands selbst, theils durch die Verminderung der Kalkerde und übrigen im Wasser auflöslichen Bestandtheile hinreichend erklärt, wodurch relativ die Menge der Thon- und Kieselerde etwas vermehrt werden mußte.

Mit dieser Verminderung der Kalkerde durch die Vegetation stimmen die in den Jahren 1813 — 1816 von Lampadius angestellten Versuche gut überein *); er fand den Kalkgehalt eines Ackerbo-

*) Siehe dessen Erfahrungen im Gebiet der Chemie und Hüttenkunde, 2ter Band. Weimar 1817. Seite 95 — 102.

dens, welchem er künstlich 1,19 Procent kohlensauren Kalk zugesetzt hatte, auf welchem jährlich Früchte ohne neue Mergel- oder Kalkdüngungen angebaut wurden, nach einer jährlich vorgenommenen Analyse des Bodens sich in folgendem Verhältniß vermindernd. Das Erdreich enthielt:

im 1sten Jahr	im Herbst	1813	an kohlensaurer Kalkerde	1,19	Proc.
— 2ten	— —	1814	— — —	0,89	—
— 3ten	— —	1815	— — —	0,52	—
— 4ten	— —	1816	— — —	0,24	—

Mit Verminderung dieses Kalkgehalts verminderte sich zugleich jährlich der Ertrag dieses Feldes.

Vierter Abschnitt.

Ueber Eintheilung und Classification der Bodenarten.

§. 168. Die Bodenarten lassen sich nach ihren physischen Eigenschaften, nach ihrer geognostischen Abstammung und ihrer chemischen Zusammensetzung verschieden benennen, in Abtheilungen bringen, und hierauf verschiedene Classificationen begründen, welche wir in diesem Abschnitt näher betrachten werden; von der ökonomischen Classification der Bodenarten, welche auf die verschiedene Ertragsfähigkeit begründet ist, war schon oben im ersten Abschnitt der Oekonomie dieser Encyklopädie näher die Rede.

Eintheilung der Bodenarten nach ihren vorherrschenden physischen Eigenschaften.

§. 169. Der Landmann bedient sich bei Bezeichnung von Bodenarten häufig solcher Benennungen, welche von den physischen Eigenschaften eines Erdreichs hergenommen sind, indem diese bei der Bearbeitung gewöhnlich am meisten in die Augen fallen; sie verdienen daher auch zunächst eine nähere Erwähnung.

Der Landmann nennt einen Boden schwer, zäh, bindend, streng, mürbe, locker, leicht, je nachdem er eine verschiedene Consistenz besitzt, und sich mehr oder weniger leicht bearbeiten läßt; er bezeichnet ihn als naß, feucht, trocken oder dürr, je nachdem er eine größere oder geringere wasserhaltende Kraft besitzt; die Benennungen eines kalten, warmen und hitzigen Bodens beruhen größtentheils auf der Verbindung dieser Eigenschaften; ein Erdreich ist kalt, wenn es eine große wasserhaltende Kraft und zugleich große Consistenz besitzt; es ist warm und hitzig, wenn diese Eigenschaften beide gering sind. Berücksichtigen wir näher das oben im zweiten Abschnitt der Agronomie über die physischen Eigenschaften der Bodenarten Erwähnte, so lassen sich die Bodenarten nach ihren vorherrschenden physischen Eigenschaften in folgende 7 Classen eintheilen.

1. Classe. Ausgezeichnet schwere Böden. Es gehören dahin die Bodenarten von sehr großer Consistenz, welche von 95° bis zur Consistenz des reinen Thons bis 99° bis 100° der oben §. 117. angeführten Scale steigt; sie sind sowohl im trocknen, als nassen Zustande sehr schwer zu bearbeiten; um ihre Adhäsion im nassen Zustande zu überwinden, ist bei Flächen von 1 Pariser Quadratschuh oft eine Kraft von ¼ Centner anzuwenden nöthig; ihre wasserhaltende Kraft steigt oft auf 70, 80 bis 87 Procent; sie bilden dadurch ein sogenanntes kaltes Erdreich, welches vorzüglich in höherem Grad der Fall ist, wenn sie zugleich auf einem undurchlassenden Untergrund ruhen. Die Samen bleiben in ihnen oft lange unentwickelt liegen, und faulen zuweilen eher, als sie keimen, indem die sich entwickelnden Keime oft nicht die Cohäsion des Erdreichs zu überwinden im Stande sind; sie sind dadurch gewöhnlich unfruchtbar; nur wenn ihnen Kalk und Humus, namentlich in Verbindung mit Sand, beigemengt wird, werden sie für den Anbau tauglich; durch das Durchfrieren der umgepflügten Erdschollen verbessert sich deren Consistenz oft sehr.

2. Classe. Sehr schwere Böden. Sie besitzen eine Consistenz von 80 — 95°; feiner Thon ist auch hier bei weitem der überwiegende Bestandtheil, dem aber schon mehr andere Stoffe beigemengt sind; enthält er zugleich Kalk und Humus, so kann er für gewisse Pflanzen schon ein fruchtbares Erdreich bilden; Weizen und Dinkel können schon auf solchem Erdreich gebaut werden; bei ebener Lage leiden übrigens, vorzüglich in Gegenden, welche vielen Regen haben, solche Boden nicht selten durch zu große Nässe, indem ihre wasserhaltende Kraft bei ihrem bedeutenden Thongehalt oft den Erden der vorhergehenden Classe sehr ähnlich ist, welche bei bedeutendem Humusgehalt zuweilen selbst noch größer ist.

3. Classe. Schwere Böden. Sie besitzen eine Consistenz von 80 — 60°; die meisten vom Landmann im Allgemeinen durch schwer bezeichnete Bodenarten gehören hierher; sie enthalten häufig 60 — 70 Proc. Thon; ihre wasserhaltende Kraft ist gewöhnlich etwas groß, sie steigt oft auf 60—80 Proc.; sie gehören oft zu den fruchtbarsten Bodenarten, vorzüglich wenn sie zugleich die gehörige Menge Kalk und Humus enthalten.

4. Classe. Böden von mittlerer Consistenz. Die Consistenz dieser Bodenarten wechselt zwischen 60° bis 40°; ihre wasserhaltende Kraft ist gewöhnlich etwas geringer, als bei den Bodenarten der vorhergehenden Classe; es gehören hierher gleichfalls sehr viele Bodenarten, namentlich viele mergelhaltige Bodenarten; sie eignen sich oft zum Anbau der verschiedensten Gewächse, vorzüglich wenn sie die gehörige Menge Humus besitzen und ihre Lage sonst günstig ist.

5. Classe. Leichte Bodenarten. Ihre Consistenz wechselt zwischen 40° bis 20°; ihre wasserhaltende Kraft gewöhnlich zwischen 35 bis 45 Proc.; der feine Thon bildet bei ihnen nicht mehr den überwiegenden Bestandtheil, ob sie gleich oft erhärteten Thon in

feinschiefriger Form in bedeutender Menge enthalten, wie dieses namentlich bei Bodenarten hier und da der Fall ist, welche durch schiefrige Gebirgsarten (Thonschiefer, schiefrige Abänderungen des Keupermergels, Liasschiefers) gebildet werden. Diese leichten Bodenarten können übrigens zugleich in sehr verschiedenen Verhältnissen Sand, Kalk und Humus beigemengt enthalten, und daher eine sehr verschiedene Fruchtbarkeit besitzen; sie sind gewöhnlich fruchtbarer bei etwas feuchter Lage; an südlichen Abhängen, wo sie der Sonne mehr ausgesetzt sind, leiden sie leichter durch zu große Trockenheit; sie eignen sich unter solchen Verhältnissen oft vorzüglich zum Anbau solcher Gewächse, welche mehr Trockenheit und Wärme verlangen, an Abhängen gegen Süden oft zum Weinbau, im ebenen Lande oft besser zum Anbau von Roggen und Gerste, als zu Weizen und Dinkel.

6. Classe. Sehr leichte Bodenarten. Ihre Consistenz wechselt von 20° abwärts bis zu etwa 1°; sie enthalten nur wenig feinen Thon, gewöhnlich dagegen überwiegend Sand, oder auch erhärteten Thon oder Mergel in kleinen Schieferstückchen; gewöhnlich haben sie nur eine geringe wasserhaltende Kraft; sie bilden oft sogenannte warme hitzige Böden. Sie eignen sich im Allgemeinen noch weniger zum Anbau von Weizenarten; leicht werden sie aus Mangel an Feuchtigkeit unfruchtbar, vorzüglich wenn ihnen zugleich Kalk und Humus fehlen; besitzen sie eine hinreichende Menge Humus und Kalkerde, so können sie bei etwas feuchter Lage noch sehr fruchtbar sein, wie dieses bei der oben §. 117. angeführten Gartenerde der Fall war. Fehlt solchen Boden aller Kalk, und bilden vorzugsweise Humustheile oder dem Torf ähnliche vegetabilische Ueberreste den Grund der geringen Consistenz: so besitzen sie gewöhnlich zugleich eine sehr große, oft über 100 Proc. steigende, wasserhaltende Kraft; sie bilden ein nasses schwammiges Erdreich, auf welchem gewöhnlich nur sogenannte saure Gräser und Torfpflanzen ein gutes Fortkommen finden.

7. Classe. Ausgezeichnet leichte Böden. Sie begreift solche Bodenarten, welche im trocknen Zustande gar keinen Zusammenhang mehr haben; sie bestehen aus vorherrschend viel Sand, dem oft auch Bruchstücke anderer Gebirgsarten beigemengt sind; auch viele verkohlte Pflanzenüberreste können ein solches unzusammenhängendes Erdreich bilden. Böden von dieser geringen Consistenz sind gewöhnlich völlig unfruchtbar, vorzüglich in höherem Grade ist dieses in einem heißen Clima der Fall.

Geognostische Eintheilung der Bodenarten.

§. 170. Wir machten schon oben §. 3. der Agronomie darauf aufmerksam, wie nöthig es bei Bodenbeschreibungen ist, auch auf die unterliegenden Gebirgsarten Rücksicht zu nehmen; diese Rücksicht ist vorzüglich nöthig, wenn die Beschaffenheit und Fruchtbarkeit des Erdreichs großer Districte und selbst ganzer Länder aufgenom-

men und beschrieben werden soll; es würde in diesem Fall nicht möglich sein, hinreichend viele chemische Analysen und Prüfungen der physischen Eigenschaften vorzunehmen.

Wir verdanken vorzüglich Hausmann in Göttingen und Hundeshagen in Gießen nähere Eintheilungen der Bodenarten nach ihrer geognostischen Abstammung *). Ehe wir jedoch auf diese übergehen, ist es nöthig, hier das Wesentliche über die Verwitterung der Gebirgsarten selbst, und die Art, wie diese nach und nach in ein fruchtbares Erdreich übergehen, vorauszuschicken.

Bildung des Bodens durch Verwitterung von Gebirgsarten.

§. 171. Die der Vegetation zum Untergrund dienenden Erdarten sind nicht immer durch Verwitterung an den Stellen gebildet, wo wir sie finden; häufiger wurden sie erst durch Regen und Ueberschwemmungen aus benachbarten höhern Gegenden in die tiefer liegenden geführt. Die Bodenarten theilen sich daher je nach dieser verschiedenen Entstehungsart in solche, welche sich in den Gegenden ihres Vorkommens selbst bildeten, und solche, welche aus andern Gegenden hergeführt wurden. Zu den erstern gehören die meisten Bodenarten, welche in bergigen Gegenden die Gipfel und Abhänge der Berge bedecken; zu den letztern häufig die in Thälern vorkom-

---

*) Die wenige Uebereinstimmung, wenn Angaben unter einander verglichen werden, auf welchen Gebirgsarten diese oder jene Baum- oder Gewächsart vorzugsweise gedeihe; die Erfahrung, daß Gebirgsarten eines Namens: Granit, Porphyr, Thonschiefer rc. bei ihrer Verwitterung, nach ihren physischen Eigenschaften betrachtet, sehr verschiedene Bodenarten bilden; die wenige Uebereinstimmung, welche sich selbst zwischen diesen beiden Charakteristiken der Bodenarten nach den Gebirgsarten — findet; beweisen, daß auf diesem Wege wenig Sicheres zu erreichen ist, daß man stets so vielerlei verschiedene Resultate erhalten wird, als die Gegenden verschieden sind, wo dergleichen Angaben gesammelt werden. Und daß, nach Hundeshagen, den Gebirgsarten eine gewisse, mineralische und weiter unbestimmbare Kraft inwohnen soll, wornach sie — auch ohne humose Theile — selbst Waldbäume ernähren sollen, ist doch wohl schon darum als eine unerweisliche Hypothese zu betrachten, weil Bäume auf einem Gemenge mineralischer Erden, Sand und Brocken, ohne allen Humus, nirgends gefunden werden. Die schaffende Natur beginnt, als Boden bildende Kraft, nirgends mit Bäumen, sondern mit den niedrigsten Organismen, Flechten und Moosen.

Der sichere Weg scheint also doch wohl, daß man ermittele und feststelle: welche Ansprüche die lebenthätige und sich selbst ernährende Pflanze an den Boden, zur Unterstützung ihrer Lebensthätigkeit, mache, welche physische Eigenschaften also ein Boden vor Allem haben müsse, wenn er — hauptsächlich als Träger und Vermittler der atmosphärischen Kräfte — dienen soll?

Und daß diese physischen Eigenschaften der Erfolg der Zusammenwirkung nicht nur des Bodengemenges, sondern auch des Untergrundes, der Lage, der klimatischen Verhältnisse einer Oertlichkeit und selbst des jährlichen Witterungslaufes sind, ist zum Theil erfahrungsmäßig bekannt. Es wird daher die Eintheilung der Bodenarten „nach ihren chemischen Bestandtheilen" §. 176. wohl immer den Vorzug behalten, ohne es zu verkennen oder abzuleugnen, daß gewisse Gebirgsarten öfter und andere seltener einen fruchtbaren Boden bilden; aber fruchtbaren und unfruchtbaren Boden giebt es in allen Gebirgsformationen, oft sehr nahe neben einander. K.

menden, so wie ein großer Theil der Bodenarten des hügligen und ebenen Landes der tiefer liegenden Gegenden; die erstern haben gewöhnlich weit weniger Mächtigkeit, und ihre Bestandtheile sind oft den Gebirgsarten, durch deren Verwitterung sie sich bildeten, noch sehr ähnlich; die letztern sind gewöhnlich weit mächtiger; oft ist diese so bedeutend, daß die unterliegende Gebirgsart nicht leicht zu erreichen ist, und ihre Bruchstücke sind oft so fein und innig gemengt, daß sich die Gebirgsarten, aus welchen sie sich bildeten, nicht mehr erkennen lassen.

Die Zerstörung der Gebirgsarten und ihr Uebergang in ein feines, für die Vegetation taugliches Erdreich geschieht theils auf mechanischem, theils chemischem Wege; oft wirken mehrere dieser Kräfte gemeinschaftlich auf die Zerstörung der Gebirgsarten hin.

Mechanisch auf die Verwitterung einwirkende Kräfte.

§. 172. Die Kräfte, welche vorzüglich auf eine mechanische Art die Verwitterung einleiten, sind diese:

1) Die Schwere der sich absondernden Theile; überwiegende Steinmassen und selbst ganze Felsen stürzen zusammen, sobald ihre Unterlage durch mechanische oder chemische Kräfte nach und nach so weit ausgespült wird, daß sie die darüber liegenden Massen nicht mehr zu tragen im Stande sind; die Gewalt, mit welcher solche Massen herabstürzen, trägt oft selbst wieder vieles zu deren Verkleinerung bei.

2) Das Wasser selbst dringt in die feinsten Ritzen der Gebirgsarten, und veranlaßt bei vielen beim Uebergang vom trocknen in den nassen Zustand ein Zerspringen, wodurch manche in viele kleine Splitter und Schieferstückchen zerfallen; vorzüglich geschieht dieses bei manchen erhärteten Thon- und Mergelarten.

3) Frost und Winterkälte trägt oft Vieles zum Verwittern der Gebirgsarten bei; sind Gebirgsarten vor Eintritt der Kälte mit Wasser innig durchdrungen, oder hat sich dieses selbst in Ritzen und Spalten der Felsen angesammelt, so dehnt es sich bei seinem Uebergang in Eis bedeutend aus, Theile werden dadurch oft mit Gewalt abgesprengt; es bilden sich dadurch neue Spalten; die Steine erfrieren, wie sich der Landmann oft passend ausdrückt; manche oft ziemlich dicht aussehende, thonhaltige Kalkarten und Mergelarten haben diese Eigenschaft in auffallendem Grade; ein häufiger Wechsel zwischen Frost, Nässe und Kälte beschleunigt daher vorzüglich die Verwitterung solcher Gebirgsarten.

4) Die Wurzeln der Bäume und Pflanzen überhaupt, indem sie in die feinsten Ritzen und Spalten der Gebirgsarten eindringen; die Samen fast aller Pflanzen haben die Eigenschaft, vor Anfang ihres Keimungsprocesses bedeutend aufzuquellen, wodurch sie kleine Spalten erweitern, in welche die neu sich entwickelnden Wurzeln nun leicht eindringen können; beides kann oft gemeinschaftlich dazu beitragen, die Spalten nach und nach zu vergrößern, und selbst große

Steinmassen aus der Stelle zu rücken, vorzüglich wenn die in den Spalten der Gebirgsarten wurzelnden Bäume nach und nach eine bedeutende Höhe erreichen, und durch Winde und Stürme häufig in schwankende Bewegung gesetzt werden.

Chemisch auf die Verwitterung einwirkende Kräfte.

§. 173. Die mehr auf chemische Art die Verwitterung einleitenden Kräfte sind:

1) Das Wasser; es ist ein Auflösungsmittel sehr vieler Bestandtheile des Mineralreichs; der Gyps ist in reinem Wasser löslich, wodurch oft ganze Felsen ausgewaschen werden; kohlensäurehaltiges Wasser, welches so häufig in der Natur vorkommt, löst die Kalkerde und Eisenoxyde auf, welche einen wesentlichen Bestandtheil so vieler Gebirgsarten bilden; selbst sehr feste Gebirgsarten, wie gewisse Arten von Feldspath, Granit und Gneiß verwittern nach und nach durch die Einwirkung des Wassers, indem dieses ihren Gehalt an Kali auflöst, wodurch die übrigen Bestandtheile mehr oder weniger bald in ein erdiges Pulver zerfallen; selbst die Kieselerde scheint unter gewissen Verhältnissen etwas Auflöslichkeit in Wasser zu erlangen, worauf schon das reichliche Vorkommen dieser Erde in den Halmen vieler Gräser und Schilfarten, in den Stängeln der Schaftheuarten (Equiseten) und so mancher anderer Pflanzen hindeutet; enthalten Gebirgsarten in Wasser leicht auflösliche wirkliche Salze, so werden diese ohnehin durch das Wasser leicht aus den Gebirgsarten ausgezogen.

2) Der Sauerstoff trägt vorzüglich Vieles zur schnellern Verwitterung gewisser Gebirgsarten bei, viele Eisen- und Schwefelverbindungen, namentlich sogenannte Kiese, gehen durch Absorption des Sauerstoffs leicht in höher oxydirten Zustand über, zerfallen dadurch oft leicht, während ihr Schwefel durch höhere Oxydation zum Theil in Schwefelsäure übergeht, wodurch um so leichter wieder andere Theile theils Erden, theils Metalloxyde selbst aufgelöst werden; selbst die dichtesten Felsen können dadurch zerstört werden. Auch Kohle und bituminöse Stoffe werden durch das Wasser nach und nach aus Gebirgsarten ausgezogen; die durch bituminöse Stoffe oft dunkel und selbst schwarz gefärbten Thon- und Kalkarten verlieren dadurch nach und nach auf ihrer Oberfläche die dunkle Farbe und werden weißlich; andere erhalten durch vereinigte Wirkung des Wassers und Sauerstoffs auf ihrer Oberfläche baumförmige Zeichnungen, sogenannte Dendriten, welche sich oft durch feine Spalten von der Oberfläche der Gebirgsarten tief in das Innere ziehen.

3) Auch die Vegetation scheint zuweilen auf chemische Art zur anfangenden Verwitterung und Zerstörung der Felsen mitzuwirken. Wir finden in sehr vielen Vegetabilien, außer etwas Kieselerde, vorzüglich häufig Kalkerde als wesentlichen Bestandtheil, welche sie durch ihre Wurzeln aus den Umgebungen absorbiren; berühren diese Wurzeln unmittelbar Gebirgsarten, wie dieses in einem felsigten Unter-

grund häufig der Fall ist: so scheinen sie auch oft diesen die ihnen als Nahrungsmittel dienenden Stoffe entziehen zu können; viele Flechten enthalten vorzüglich viele Kalkerde, während sie zugleich durch ihren Vegetationsproceß Kleesäure erzeugen (§. 488. der Agriculturchemie), wodurch sie vorzüglich leicht geeignet sind, selbst die dichtesten Kalkfelsen anzugreifen, deren Oberfläche sie nicht selten bekleiden.

Geognostische Eintheilung der Bodenarten nach Hausmann.

§. 174. Die Bodenarten lassen sich nach Hausmann *) nach ihrer Entstehungsart aus verschiedenen Gebirgsarten in folgende 8 Classen eintheilen.

Die 1ste Classe bilden solche Gebirgsarten, deren Hauptmasse auf chemischem Wege keine Zerstörung erleidet, die eine so große Consistenz haben, daß nur durch mechanische Kräfte ihre Risse erweitert und dadurch die Felsen in Stücke getrennt werden. Es gehören dahin glasige Laven, reiner und dichter Quarz, Kieselschiefer, Quarzporphyr, dichte Quarzsandsteine. Die Berge, welche aus diesen Gebirgsarten bestehen, sind größtentheils unfruchtbar; sie enthalten an ihren Abhängen oft viele scharfkantige Gerölle dieser Gebirgsarten, die oft sehr lange der Verwitterung trotzen; nur wenige Bäume und Straucharten mit wenigen Gräsern sind im Stande, sich zwischen den Geröllen dieser Gebirgsarten zu entwickeln; am unfruchtbarsten sind die durch vulkanisches Feuer veränderten glasartigen Producte.

Die 2te Classe bilden die dichten Kalksteine, sowohl der ältern, als jüngern Kalkformationen; es gehören dahin namentlich der Uebergangskalk, der Zechstein, Muschelkalk, Liaskalk, Jurakalk und die dichtern Dolomitarten dieser Formationen. Diese Gebirgsarten sind im Allgemeinen weniger fest, als die der vorigen Classe, werden jedoch vom Wasser und der atmosphärischen Luft gleichfalls nur sehr wenig angegriffen; sie bilden daher noch häufig ein steinigtes unfruchtbares Erdreich, wenn sie sich in überwiegender Menge finden. Da sie sich jedoch im Allgemeinen schon weit leichter zersetzen, indem kohlensäurehaltiges Wasser von den Kalksteinen nach und nach etwas auflöst, welches noch leichter geschieht, wenn diese zugleich thonige Theile beigemengt enthalten, wie dieses nicht selten der Fall ist, so bilden sie bei ihrer weitern Verwitterung nicht selten ein sehr fruchtbares Erdreich, wovon die in obengenannten Formationen liegenden Gegenden Deutschlands viele Belege geben.

Die 3te Classe bilden die weniger dichten Kalkarten, Kreide und Gyps. Sie stehen in Festigkeit schon bedeutend den vorigen nach, und gehen dadurch auch leichter als diese in ein lockeres Erd-

*) Specimen de rei agrariae et salutariae fundamento geologico. Goettingae 1823; eine Uebersetzung davon erschien von Hrn. Prof. Körte im 2ten Stück des 14. Bds. der Annalen der Landwirthschaft zu Möglin.

reich über, namentlich ist dieses bei Gyps der Fall, der im Wasser selbst schon leichter auflöslich ist. In chemischer Beziehung verhalten sich die aus diesen Gebirgsarten gebildeten Bodenarten der vorhergehenden Classe ziemlich ähnlich; sie sind im reinen Zustand gleichfalls meist unfruchtbar, wovon einige aus Gyps bestehende Gebirgszüge des nördlichen Deutschlands und manche Kreidegegenden Frankreichs auffallende Belege geben; enthalten diese Gebirgsarten dagegen in gehöriger Menge Thon beigemengt, so bilden sie oft ein sehr fruchtbares Erdreich, wovon die auf Kreide liegenden Gegenden der Inseln Rügen und Möen und die an Gyps abwechselnd mit Mergel oft reichen Gegenden der Keuperformation des südwestlichen Deutschlands viele Belege geben. Den Bodenarten dieser Classe ist im Allgemeinen ein feuchtes Clima günstiger, als ein trocknes.

In der 4ten Classe stehen Basalt, und die mit ihm zunächst verwandten dichten Abänderungen der Trappgebirgsarten; es lassen sich in diese Classe überhaupt diejenigen Gebirgsarten setzen, welche aus heterogenen Theilen innig gemischt sind, und dem Aeußern nach oft sehr dicht zu sein scheinen, demungeachtet aber nach und nach durch chemische Verwitterung eine Zersetzung erleiden; sie bilden oft ein lockeres, die Feuchtigkeit leicht anziehendes, sehr fruchtbares Erdreich, das sich bei seiner dunkeln Farbe oft sehr erhitzt und sich daher namentlich zum Weinbau oft vorzüglich gut eignet.

Die 5te Classe bilden die zusammengesetzten krystallinisch-körnigen und schiefrigen Gebirgsarten; es gehören dahin Granit, Gneiß, Syenit, Grünstein, Glimmerschiefer. Bei der Verwitterung zerfallen diese Gebirgsarten leicht in kleine Theilganze; der häufig in ihnen vorkommende Feldspath erleidet nicht selten eine chemische Zersetzung, dessen Kaligehalt auf die Vegetation oft günstig zu wirken scheint, während Quarz, Glimmer und Hornblende dieser chemischen Verwitterung als Ganze lange widerstehen und daher in ihren Bruchstücken zur Bildung eines lockern Erdreichs vorzüglich vieles beitragen; sie können daher sowohl in physischer, als chemischer Beziehung ein sehr fruchtbares Erdreich bilden. Unter diesen Gebirgsarten geht der Granit und Gneiß am leichtesten in ein fruchtbares Erdreich über, wenn anders in ihnen der Quarz nicht zu sehr vorherrschend ist; ihre Bestandtheile sind nicht selten in einem für die Vegetation günstigen Verhältniß zusammengesetzt, ihr Zusammenhang locker und zur Aufnahme der nöthigen Feuchtigkeit geeignet; ihnen zunächst folgt der an Hornblende reiche Syenit; am wenigsten leicht geht der Grünstein in ein fruchtbares Erdreich über; unter den krystallinisch-schiefrigen Gesteinarten steht der Glimmerschiefer dem Gneiß am nächsten, bei seinem Mangel an Feldspath bildet er jedoch ein weniger fruchtbares Erdreich.

In der 6ten Classe stehen die schieferthonartigen Gebirgsarten, welche zwar nicht leicht chemisch verändert werden, sich aber nach ihren natürlichen Spaltungen leicht theilen, und dadurch nach und nach in feine Stückchen zerfallen. Es gehören dahin verschiedene Arten von Thonschiefer und Schieferthon der ältern Forma-

tionen, verschiedene schiefrige Thonmergel der Keuper- und Liasformation, sie gehen bei der Verwitterung oft in fruchtbare Thonböden über, vorzüglich, wenn sie hinreichend Kalk beigemengt enthalten; durch die dunkeln Farben, welche diese Schieferarten oft besitzen, erhitzen sich diese Bodenarten oft sehr, sie eignen sich daher oft vorzüglich zum Weinbau.

Die 7te Classe bilden die aus vielen kleinen Geröllen und Bruchstücken älterer Formationen zusammengesetzten Gebirgsarten, die verschiedenen weniger dichten Sandsteinarten, das Rothtodtliegende und die Grauwacke; sie werden zwar chemisch nicht leicht angegriffen, aber bei ihrer geringen Festigkeit durch mechanische Kräfte leicht zerstört; sie zeigen übrigens unter sich viele Verschiedenheiten, vorzüglich je nach der verschiedenen Natur ihres Bindemittels; gewöhnlich zerfallen sie leichter, wenn sie viel thoniges oder kalkiges Bindemittel besitzen, schwerer, wenn sie vorherrschend aus Quarz bestehen. Sie bilden beim Verwittern je nach der Natur ihrer Bestandtheile ein sehr verschiedenes Erdreich. Die Grauwacke bildet oft ein lockeres fruchtbares Erdreich, wenn Kiesel- und Thonerde in ihr im gehörigen Verhältniß vorhanden sind; das Rothtodtliegende bildet oft einen eisenschüssigen, zähen, kalten Thonboden (am Fuß des Thüringer Waldes und Harzes); der bunte Sandstein und Keupersandstein, vorzüglich wenn er Thon- und Kalktheile als Bindemittel besitzt oder eingelagert enthält, bildet oft ein sehr fruchtbares Erdreich (südwestliches Deutschland und Gegenden der Weser, Fulda und andere); bestehen diese Sandsteine jedoch vorherrschend aus Kieselerde, so bilden sie ein sandiges, weniger fruchtbares Erdreich (Schwarzwald); das Gleiche ist bei dem Quadersandstein (Gegend um Blankenburg am Harz) und Liassandstein (in einigen Gegenden des Schönbuchs in Würtemberg) der Fall.

In der 8ten Classe stehen endlich alle Gebirgsarten, welche so wenig fest sind, daß sie leicht in Erde zerfallen; es gehören dahin die weniger dichten Varietäten von Mergel, Schieferthon, Basalttuff und vulkanischem Tuff. Der Schieferthon bildet bei der Verwitterung Thonböden; der Mergel kann je nach dem verschiedenen Verhältniß seiner Bestandtheile ein sehr verschiedenes Erdreich bilden, sein Kalkgehalt erhöht gewöhnlich deren Fruchtbarkeit; basaltische und vulkanische Tuffe bilden gewöhnlich gemengte lockere, oft sehr fruchtbare Böden, wenn ihnen zugleich hinreichend organische Stoffe beigemengt sind.

Geognostische Eintheilung der Bodenarten nach Hundeshagen.

§. 175. Hundeshagen theilte uns in seinen schätzbaren Beiträgen zur gesammten Forstwissenschaft*) eine Eintheilung der Bodenarten nach ihrer verschiedenen mineralischen Kraft mit, so weit

*) Tübingen bei Laupp. 1. Band 3tes Heft. 1825. S. 106—110.

sich diese nach dem verschiedenen Bodenüberzug im natürlichen Zustand in Beziehung auf Holzproduction einer nähern Vergleichung unterwerfen lassen. Bei dieser Anordnung sind die Bodenarten in folgender Uebersicht so geordnet, daß diejenigen zuerst gesetzt sind, welche bei ihrer Verwitterung die kräftigsten, fruchtbarsten Bodenarten bilden und dagegen die am wenigsten kräftigen, den Beschluß und Uebergang zu den folgenden Abtheilungen bilden.

Die Bodenarten lassen sich in dieser Beziehung in 4 Hauptabtheilungen bringen, wovon jede wieder mehrere Unterabtheilungen bildet.

1) Sehr kräftige Bodenarten.

In diese Abtheilung gehören folgende Gebirgsarten:

1) Sämmtliche Kalkformationen unter Berücksichtigung der jeder Lagerung besonders zukommenden Eigenthümlichkeiten; unter ihnen bildet im Allgemeinen die Rauhwacke durch ihre leichte Verwitterbarkeit die fruchtbarsten Böden.
2) Die verschiedenen untergeordneten Gyps- und Mergellager verschiedener Formationen.
3) Die Trapp- und vulkanische (Laven-) Formationen.
4) Der Gabbro, Serpentin, Chorit, Talkschiefer und Thonschiefer, so weit sich dieser den Talkgesteinen nähert.
5) Die Keupermergel, so weit sie über 10 Proc. Kalk enthalten.
6) Die quarzigen Abänderungen einiger Sandsteinlagerungen, so weit sie einen etwas kalkhaltigen Eisenboden (wenigstens bis nahe an 10 Procent Eisenoxydul) liefern.
7) Der Porphyr mit den Feldsteinarten.

Die Bodenarten dieser ersten Abtheilung ernähren, auch ohne humose Beimengung, (?) die am meisten Kraft verlangenden Holzarten, wenigstens so weit, daß sie nicht krank werden und absterben. Die genügsamern Holzarten, Birken, Kiefern, finden sich auf solchen Bodenarten selten und auch der Bodenüberzug besteht nie aus Pfriemen, Heide, Ginster u. s. w., sondern gewöhnlich aus einer üppigen Vegetation von nahrhaften Gräsern und Kraft fordernden Kräutern.

2) Bodenarten von mäßiger Kraft.

1) Der quarzreichere, wenig Kalk, Talk und Eisenoxydul haltige Thonschiefer,
2) der Granit und Gneiß,
3) der Kieselschiefer,
4) die quarzige und gemeine Grauwacke,
5) der Glimmerschiefer,
6) der alte Sandstein im Allgemeinen,
7) die bessern (thonreichern) Abänderungen des bunten und Keupersandsteins.

Auf diesen Bodenarten verlangen die viele Kraft fordernden Holzarten zu ihrem vollkommenen Gedeihen schon mehr organische Beimengungen; mangeln diese, so lassen sie sehr im Wachsthum

nach und erkranken leicht. Die genügsamern Baumarten entwickeln sich auf solchen Bodenarten häufiger, eben so verschiedene, eine mäßige Bodenkraft bezeichnende Straucharten, die Heidelbeere, Pfrieme, Ginster, Heide.

3) Bodenarten von geringer Kraft oder schwache Bodenarten.

1) Der bunte Sandstein im Allgemeinen,
2) die jüngern Sandsteine über dem Muschelkalk, der Keupersandstein und Liassandstein,
3) die Breccien,
4) die Molassen und Sandsteine der jüngsten Formationen.

Auf diesen Gebirgsarten ist das Wachsthum der Holzarten noch mehr von der Menge der organischen Beimengungen abhängig; die viele Kraft fordernden Holzarten: die gemeine Buche, Hainbuche, Linde, Weißtanne, Fichte u. s. w., behaupten nur bei sorgfältiger Erhaltung der Laubdecke und des Waldschlusses ihre Stelle. Eschen, Ulmen, Ahorne u. s. w. kommen hier ursprünglich nicht mehr vor, und der Gras- und Kräuterüberzug ist, sobald der Humusgehalt des Bodens verschwindet, nur auf geschützte frische Stellen beschränkt; dagegen herrschen Pfrieme, Ginster, Heide, seltener die Heidelbeere vor, ob sie gleich selten den kräftigen Wuchs mehr zeigen, den sie auf den Bodenarten der vorhergehenden Abtheilung besitzen; an trockenen sonnigen Lagen kann das Erdreich leicht veröden.

4) Sehr magere Bodenarten.

Diese letzte Abtheilung bilden
1) die Schuttablagerungen,
2) der Treibsand.

Die durch diese Ablagerungen entstehenden Bodenarten stehen in allen unter der vorigen Abtheilung angeführten Eigenschaften noch eine Stufe tiefer, und ihre Oberfläche ist in solchem Grad zu veröden fähig, daß die genügsamsten Baum- und Straucharten nur kümmerlich, oder oft gar nicht mehr zu vegetiren im Stande sind, besonders wenn die Lage ein leichtes Austrocknen des Erdreichs begünstigt.

Es ergiebt sich aus dieser Darstellung, daß organische Beimengungen und sorgfältige Beschützung des Bodens durch dichten Waldschluß in dem Verhältniß für die Bodenarten nöthiger sind, jemehr ihre mineralische Bodenkraft abnimmt.

Eintheilung der Bodenarten nach ihren chemischen Bestandtheilen.

§. 176. Die Bodenarten lassen sich nach ihren verschiedenen chemischen Bestandtheilen in bestimmtere Abtheilungen bringen, als dieses nach ihren verschiedenen physischen Eigenschaften, oder nach ihrer verschiedenen geognostischen Abstammung möglich ist; man ver-

suchte sie daher auch längst nach ihren vorherrschenden chemischen Bestandtheilen in gewisse Classen einzutheilen; am allgemeinsten angenommen ist die von Thaer in Vorschlag gebrachte Classification*), nach welcher die Bodenarten je nach ihrem verschiedenen Gehalt an Thon, Sand, Kalk und Humus in 8 Hauptclassen zerfallen, wovon jede wieder mehrere Ordnungen und Arten in sich begreift.

In der beiliegenden Tabelle sind die von Thaer aufgestellten Classen, Ordnungen und deren Benennungen im Allgemeinen beibehalten, indem diese die vorherrschenden Bestandtheile gut bezeichnen und von deutschen Agronomen bereits längst gebraucht werden; nur in Beziehung auf die Menge des Humus waren einige Abänderungen nöthig, welche den Fortschritten unserer Kenntnisse über diesen wichtigen Bestandtheil der Ackererde angemessen zu sein schienen. Thaer legte nämlich seiner Classification die durch Ausglühen bestimmte Humusmenge zu Grunde, schon oben (§. 148. S. 111. der Agronomie) wurde jedoch bemerkt, daß beim Ausglühen vorzüglich thonreicher Erdarten oft der größte Theil der sich in der Glühhitze verflüchtigenden Stoffe aus Wasser und nur einem geringen Theil nach aus Humus oder Humussäure besteht; thonreiche Bodenarten können selbst einen Glühverlust von 5 — 7 Procent ohne allen Humusgehalt zeigen, wodurch daher leicht bedeutende Irrungen entstehen könnten; dieses veranlaßte mich, in dieser neuen Zusammenstellung die 3 Hauptarten der einzelnen Bodenordnungen nicht mehr nach der Menge des durch Ausglühen verflüchtigbaren Humus zu bilden, sondern nach der Menge der Humussäure und Humustheile überhaupt, welche sich aus einem Erdreich durch Kochen mit Wasser und mildem Kali auf die oben §. 148. angeführte Art aus einem Boden ziehen lassen; unter Thon ist in dieser Uebersicht immer der feine abschlämmbare Thon zu verstehen; unter Sand vorherrschend Quarzsand, dem aber auch kleine Bruchstücke anderer Gebirgsarten in Form von Sand beigemengt sein können.

Ueber die einzelnen Classen dieser Bodenarten läßt sich noch näher folgendes bemerken:

Erste Classe. Thonböden.

In diese Classe gehören alle Thonböden, welche über 50 Proc. feinen abschlämmbaren und nicht über 5 Proc. kohlensauren Kalk und Humus besitzen; sie finden sich gewöhnlich in Thälern und Niederungen; die Bodenarten dieser Classe zeigen je nach der Menge ihres Thons bedeutende Verschiedenheiten, sie lassen sich in dieser Beziehung passend in 2 Unterabtheilungen bringen, in die des strengen oder zähen Thonbodens, welcher über 75 Proc. Thon enthält, und die des gewöhnlichen Thonbodens, dessen Thongehalt 50 — 75 Procent beträgt. Die strengen Thonböden bilden oft ein sehr schwer zu bearbeitendes kaltes, nasses Erdreich, welches mit zunehmendem Thongehalt an Unfruchtbarkeit zunimmt; bei 75 bis 85 Proc. Thon

*) In dessen Versuch einer Ausmittelung des Reinertrags der productiven Grundstücke. Berlin, Realschulbuchhandlung 1813.

r t e n.

Landwirthschaftliche Benennungen und allgemeinere Verhältnisse in Beziehung auf ihren Ertrag.

I. Th	**Weizen- und Dinkelböden.** Die kalkhaltigen, nicht zu thonreichen, an Sand d Humus nicht zu armen geben reichen Ertrag; f ihnen gedeiht vorzüglich Weizen, Dinkel, große rste, Raps, Bohnen, Lein und Klee. Humusarme nen noch zu Hafer.
II. Leh	**Gerstenböden.** Die humusreichen kalkartigen eignen sich auch h gut zu Weizen und Dinkel, und nähern sich sehr den vorhergehenden. Uebrigens eignen sie) zu Emmer, Einkorn, Roggen, Hafer, Reps, in, Klee.
III. S	**Gersten- und Haferböden.** Sie eignen sich noch weniger zu Weizen und Din-, als die vorhergehenden, noch eher zu Emmer, nkorn und Roggen; Wurzelgewächsen, besonders rtoffeln und Wasserrüben ist er zuträglich.
IV. L	**Hafer- und Roggenböden.** Auf den humusreichen gedeiht auch noch Gerste; eignen sich gut zu Buchweizen. Weizen, Dinkel, te gedeihen nicht auf ihnen.
V. Sa	**Roggenböden** geringem Werth, oft nur alle drei Jahre und arme oft gar nicht zum Landbau benutzt. Die nushaltigen eignen sich übrigens auch zu Buch-izen, Hafer, Hanf, Tabak, Kartoffeln und Sper-
	Vorzügliche Weizen- und Dinkelböden, auf wel-n auch Luzerne und Esparsette gedeiht.
	Sie eignen sich weniger zu Weizen und Dinkel, hr zu Gerste, Emmer, Einkorn, gehören übrigens den bessern Böden.

VI. M[illegible]

VI. Mergelboden . .	sandiger Lehm-mergelboden	vermögender reicher . .
	lehmiger Sand-mergelboden	armer . . vermögender reicher . .
	humoser	thoniger . . lehmiger . . sandiger . .
VII. Kalkboden . .	thoniger	armer . . vermögender reicher . .
	lehmiger	armer . . vermögender reicher . .
	sandiger Lehm-kalkboden	armer . . vermögender reicher . .
	lehmiger Sand-kalkboden	armer . . vermögender reicher . .
	humoser	thoniger . . lehmiger . . sandiger . .
VIII. Humusboden — enthält größtentheils	auflöslichen milden Humus	thoniger . . lehmiger . . sandiger . .
	unauflöslichen verkohlten oder sauren Humus	thoniger . . lehmiger . . sandiger . .
	unauflösliche fasrige Pflanzenstoffe	Torfboden Moorboden

können sie übrigens bei sonst günstigen Beimengungen noch ganz fruchtbar sein, welches weniger leicht bei noch größerm Thongehalt der Fall ist. — Die gewöhnlichen Thonböden von 50 — 75 Proc. Thongehalt gehören im Allgemeinen zu den fruchtbarsten Böden, wenn sie zugleich einige Procente kohlensauren Kalk und Humus enthalten; viele Bodenarten der fruchtbarsten Thäler des südlichen Deutschlands gehören zu diesen kalkhaltigen gewöhnlichen Thonböden.

Bei den beiden Ordnungen der Thonböden ist noch näher Folgendes zu berücksichtigen.

1) Der kalklose Thonboden steht in Fruchtbarkeit sehr dem [k]alkhaltigen Thonboden nach; bei einem undurchlassenden Untergrund [b]ildet er vorzüglich leicht ein zu kaltes nasses Erdreich, in welchem [si]ch leicht saurer Humus bildet, auf welchem bei feuchter, vorzüglich [su]mpfiger Lage oft nur Carices und Junci, sogenannte saure Gräser, [ei]n gutes Fortkommen zeigen; enthält er gar keinen Humus, so ist [er] völlig unfruchtbar; je nach seinem verschiedenen Humusgehalt bil[de]t er die 3 in der Tabelle enthaltenen Arten; durch Kalk oder [M]ergel läßt sich auf jeden Fall seine Fruchtbarkeit sehr erhöhen; [vo]n Unkräutern bemerkt man auf solchen Böden vorzüglich Dacty[l]is glomerata, Bromus giganteus, Galium aparine, Chenopodium [p]olyspermum, Leonurus cardiaca, Stachys palustris, Lathyrus tu[b]erosus, Serratula arvensis, Sonchus arvensis, Arctium Lappa *), [T]ussilago Farfara etc.

2) Der kalkhaltige Thonboden gehört bei einem mäßig [g]roßen Thongehalt und der gehörigen Humusmenge und günstiger [ä]ußerer Lage, zu den fruchtbarsten Bodenarten; er eignet sich vorzüglich zum Anbau von Gewächsen, welche viel Kraft erfordern, Oelgewächse, Weizen, Dinkel gedeihen gut auf ihm; bei etwas feuchter Lage bildet er vorzüglich gute Wiesen und Kleefelder; er läßt sich leicht zur Cultur der verschiedensten Gewächse anwenden. Von Unkräutern bemerkt man vorzüglich auf ihm: Scabiosa pratensis, Anagallis coerulea, Campanula persicifolia, Sium falcaria, Pimpinella saxifraga, Cistus helianthemum, Anemone pratensis und sylvestris, Prunella vulgaris und grandiflora, Stachys recta, Anthyllis vulneraria, Medicago falcata, Vicia sylvatica, Lathyrus sylvestris.

Zweite Classe. Lehmboden.

Man versteht darunter einen Boden, welcher 30 bis 50 Proc. feinen, abschlämmbaren Thon, nicht über 5 Proc. Kalk und Humus, und das Uebrige an Sand enthält; die Böden dieser Classe sind schon bedeutend weniger schwer, als die der vorigen, ihre was-

*) Wir bemerken hier bei jeder Bodenart zugleich die häufiger auf ihr vorkommenden Unkräuter, indem sich aus ihrem Vorkommen oft auf die Beschaffenheit der Bodenarten selbst schließen läßt; schätzbare Mittheilungen hierüber über Norddeutschland besitzen wir von Crome in seiner Schrift: der Boden und sein Verhältniß zu den Gewächsen (Hannover 1812, bei Hahn); mit Berücksichtigung der Beobachtungen von Crome sind hier bei den einzelnen Bodenarten vorzüglich solche Unkräuter bemerkt, welche sich auch im südlichen Deutschland häufiger auf den entsprechenden Bodenarten finden.

serhaltende Kraft ist geringer, sie eignen sich im Ganzen weniger gut zum Anbau der viele Kraft erfordernden Culturgewächse, als die vorigen, weniger gut daher zum Anbau von Weizen und Dinkel, mehr zum Anbau von Gerste, daher sie auch hier und da Gerstenböden genannt werden. Von Unkräutern findet man auf solchen Böden häufiger Equisetum arvense, Lolium perenne, Poa trivialis, Bromus secalinus und arvensis, Veronica arvensis, Valeriana olitoria, Anagallis phoenicea, Agrimonia Eupatoria, Potentilla reptans, Polygonum convolvulus, Rumex crispus, Nigella arvensis, Prunella vulgaris, Lycopsis arvensis, Geranium rotundifolium, Lotus corniculatus, Cychorium Intybus, Leontodon Taraxacon, Carduus crispus, Cnicus lanceolatus, Matricaria Chamomilla etc. *)

Die beiden Ordnungen dieser Classe zeigen folgende Verschiedenheiten:

1) Der kalklose Lehmboden findet sich häufiger an Abhängen und etwas höher liegenden Gegenden; er hat noch ziemlichen Zusammenhang, zerfällt jedoch beim Austrocknen schon weit leichter, als die eigentlichen Thonböden. Liegt er eben auf einem undurchlassenden Untergrund, so bildet sich auf ihm noch leicht saurer Humus; zu den Unkräutern, welche sich namentlich leicht auf ihm einstellen, gehören das Equisetum arvense und der kleine Sauerampfer, Rumex acetosella. Nur bei hinreichendem Humusgehalt und günstiger Lage gehört er noch zu den fruchtbaren Bodenarten; Beimengungen von Mergel erhöhen sehr seinen Werth.

2) Der kalkhaltige Lehmboden gehört bei hinreichendem Humusgehalt noch zu den fruchtbaren Böden; bei günstiger Lage gedeihen auf ihm noch gut die bessern Fruchtarten, Weizen, Dinkel, Raps, Klee; bei geringem Humusgehalt erfordert er wiederholt starke Düngung.

Dritte Classe. Sandiger Lehmboden.

Er enthält 20 — 30 Proc. abschlämmbaren Thon, und nicht über 5 Proc. Kalk und Humus, das Uebrige Sand; Consistenz und wasserhaltende Kraft sind noch geringer, als beim gewöhnlichen Lehmboden; die Bodenarten dieser Classe finden sich häufiger auf mäßigen Anhöhen und in Vertiefungen mäßig hoch liegender Gegenden. Sie eignen sich noch weniger zum Anbau von Dinkel und Weizen, als die Böden der vorhergehenden Classen, mehr zum Anbau von Einkorn, Emmer, Roggen; manche Wurzelgewächse, wie Kartoffeln, gedeihen auf ihnen vorzüglich gut. — Sie besitzen ähnliche Unkräuter, wie die gewöhnlichen Lehmböden, nur stellen sich

*) Der Lehmboden, in seinen physischen Eigenschaften die goldene Mittelstraße zwischen Thon- und Sandboden haltend, hat eben darum auch die reichste Flora und wohl keine Pflanzenart ausschließlich. Eben in dieser goldenen Mittelstraße ist es wohl auch zu suchen, daß er nach einer Reihe von Jahren, nasser und kalter, heißer und trockner, bei dem Feldbau als der ertragreichste sich erweist. Daher giebt eine Hand voll Boden dem praktischen oder theoretisch-praktischen Kenner bei weitem sicherere Merkmale, als die darauf wachsenden Pflanzen. K.

auf ihnen zugleich auch häufiger Unkräuter der folgenden Classe ein. Ihre beiden Ordnungen zeigen folgende Verschiedenheiten:

1) Der kalklose, sandige Lehmboden mit wenigen Procenten Humus bildet einen großen Theil des sogenannten Mittelbodens mäßig hoch liegender Gegenden, der in Ansehung seiner Fruchtbarkeit gleichsam zwischen Thonböden und Sandböden in der Mitte steht. Vortheilhaft sind für ihn ein etwas thoniger Untergrund und eine weniger gegen Süden geneigte Lage, indem er sonst leicht durch Trockenheit leidet. Durch Thonmergel läßt sich seine Fruchtbarkeit sehr erhöhen.

2) Der kalkhaltige, sandige Lehmboden besitzt bedeutende Vorzüge vor dem kalklosen; bei stärkerem Humusgehalt läßt er sich selbst noch zum Weizen anwenden; besser ist es, wenn der in ihm sich findende Kalk die Form von feiner, kohlensaurer Kalkerde besitzt, als die Form von Sand, indem der Kalk in der erstern Form, als feiner pulverförmiger Kalk, seine wasserhaltende Kraft und Consistenz etwas erhöht, und sich dadurch die Feuchtigkeit etwas länger in ihm erhalten kann, an welcher er leicht Mangel leidet.

Vierte Classe. Lehmiger Sandboden.

Er enthält nur 10 — 20 Proc. abschlämmbaren Thon, nicht über 5 Proc. Kalk und Humus, die übrigen Procente (deren daher wenigstens 70) bestehen aus Sand. Die Bodenarten dieser Classe nehmen schon die Eigenschaften der Sandböden an; Consistenz und wasserhaltende Kraft sind schon sehr gering, letztere beträgt oft 30 — 35 Proc.; die Bodenarten dieser Classe finden sich im hüglichten Lande meist auf Bergen und Anhöhen, in der Ebene auch in wirklichen Sandgegenden; sie sind im Allgemeinen fruchtbarer in Gegenden, welche ein feuchtes Clima und eine größere Regenmenge besitzen, als in einem warmen, trockenen Clima, wo sie leichter an Trockenheit leiden; man nennt diese Böden in manchen Gegenden vorzugsweise Roggen- und Haferböden, weil sie sich besser zum Anbau dieser eignen, als der übrigen mehr Kraft erfordernden Getreidearten; durch Thonmergel können diese Bodenarten sehr verbessert werden. Die 2 Ordnungen zeigen näher dieses:

1) Der kalklose lehmige Sandboden enthält in Niederungen gewöhnlich schon etwas freie Humussäure; liegt er auf einem undurchlassenden Untergrund, so giebt er noch einen ziemlich guten Ertrag, wenn er noch eine hinreichende Menge, 3 — 5 Proc. Humus enthält und die etwa in ihm enthaltene freie Humussäure durch alkalische Stoffe, Kalk, Mergel getilgt wird; Gerste, auch Roggen und Hafer gedeihen noch auf ihm; besitzt er dagegen wenig Humus, so wird dadurch auch gewöhnlich sein Zusammenhang und namentlich seine wasserhaltende Kraft geringer, sein Werth vermindert sich dadurch sehr; er läßt sich oft nur alle 2 — 3 Jahre zu Hafer oder Roggen benutzen.

2) Der kalkhaltige lehmige Sandboden nähert sich zwar in seinen physischen Eigenschaften oft sehr dem vorigen; durch sei-

nen Kalkgehalt hat er jedoch im Allgemeinen Vorzüge vor diesem; bei hinreichendem Humusgehalt eignet er sich vorzüglich zum Anbau von Hafer und Gerste, Tabak, Kartoffeln, bei zu wenig Humus läßt er sich oft nur als 3jähriges Roggenland benutzen.

Die auf dem lehmigen Sandboden häufiger vorkommenden Unkräuter sind Panicum glaucum, Agrostis vulgaris und spica venti, Plantago lanceolata, Viola tricolor, Myosotis arvensis, Aphanes arvensis, Spergula arvensis, Scleranthus annuus, Dianthus deltoides, Euphorbia verrucosa, Hypericum humifusum, Thymus Serpillum, Draba verna, Arabis thaliana, Raphanus rhaphanistrum, Geranium rotundifolium, Erodium cicutarium, Genista tinctoria, Erigeron acre und canadense, Carlina vulgaris, Anthemis cotula und arvensis.

Fünfte Classe. Der Sandboden.

Man versteht unter Sandboden solche Bodenarten, welche höchstens 10 Proc. feinen abschlämmbaren Thon und nicht über 5 Proc. Kalk und Humus besitzen, während das Uebrige, also wenigstens 80 Proc. aus Sand besteht; es gehören dahin im Allgemeinsten die unfruchtbarsten Böden, namentlich die eigentlichen Sandböden, welche oft in großer Ausdehnung völlig unfruchtbar sind und ganze Sandwüsten bilden. Im nördlichen Deutschland finden sich solche Sandgegenden vorzüglich in den tiefern, der Nord- und Ostsee näher liegenden ebenen Gegenden, zum Theil in ziemlich bedeutender Ausdehnung; im südlichen Deutschland finden sich Sandbodenarten mehr einzeln und unterbrochen auf Anhöhen, höher liegenden Ebenen und Bergen, welche vorherrschend aus quarzreichen Sandsteinen bestehen, wie dieses auf dem Schwarzwald und in einzelnen Gegenden Oberschwabens und Baierns der Fall ist, oder sie finden sich gleichfalls mehr unterbrochen als Ablagerungen einzelner Flüsse in Thälern.

Die reinern Sandbodenarten sind völlig unfruchtbar, vorzüglich wenn sie auf einem durchlassenden, gleichfalls lockern Untergrund liegen und sehr wenig Humus enthalten; bei feuchter Lage sammelt sich in ihnen leichter Humus an, wodurch sie namentlich bei einigem Kalkgehalt fruchtbar werden *). In ihrem natürlichen Zustand sind sie oft vorherrschend mit Nadelholz bekleidet, die Erica vulgaris und das Spartium Scoparium sind auf ihnen oft vorzüglich häufig; von krautartigen Unkräutern bemerkt man auf ihnen namentlich die Aira praecox und canescens, Elymus arenarius, Festuca ovina, Bromus tectorum, Plantago arenaria, Jasione montana, Verbascum Thapsus, Statice Armeria, Corrigiola littoralis, Alyssum campestre und incanum, Spartium Scoparium, Gnaphalium arenarium, arvense, dioicum und montanum.

Im Allgemeinen eignen sich solche Bodenarten bei hinreichendem Humusgehalt noch am besten zum Anbau von Roggen, Heide-

*) Sind folglich doch — „nicht völlig unfruchtbar."

kraut, Spergel; sie werden daher auch oft ausschließend Roggenböden genannt. Die beiden Ordnungen dieser Bodenarten zeigen folgendes:

1) Der kalklose Sandboden ist gewöhnlich der unfruchtbarste; enthält er nur wenig Humus, so fehlt ihm gewöhnlich aller Zusammenhang, seine wasserhaltende Kraft ist sehr gering; er läßt sich nur noch selten mit Vortheil zum Ackerbau benutzen, mehr zu Nadelholz, zuweilen auch als 12jähriges Roggenland; bei feuchter Lage sammelt sich in ihm in Niederungen leichter etwas Humus an; er läßt sich dann oft noch zu Wiesen und bei mäßig feuchter Lage auch zu Roggen, Hafer, Kartoffeln und Tabak anwenden.

2) Der kalkhaltige Sandboden nähert sich in seinen physischen Eigenschaften oft sehr dem vorigen, vor welchem er jedoch durch seinen Kalkgehalt namentlich in Niederungen wesentliche Vorzüge hat, wodurch sich keine freie Säure bilden kann, während der Kalk auch an sich manchen Pflanzen selbst zum Theil als Nahrungsmittel dienlich ist. Kalkerde in ihrer feinern Form ist für solche Böden weit günstiger, als Kalksand.

Sechste Classe. Der Mergelboden.

Man versteht darunter Bodenarten, welche 5 bis 20 Procent kohlensauren Kalk und eine hinreichende Menge Thon enthalten, dessen Menge von 10 bis 50 Proc. wechseln kann, wobei das übrige aus Sand mit mehr oder weniger Humus besteht. Die Bodenarten dieser Classe können daher eine große Verschiedenheit zeigen, welche sich je nach ihrem verschiedenen Gehalt an Thon, Sand und Humus passend in die 5 in der Tabelle enthaltenen Ordnungen theilen lassen. Gewöhnlich finden sich diese Bodenarten in der Nähe von Kalkgebirgen, oder in Gegenden, deren Untergrund aus Mergel besteht; nicht selten enthalten solche Gegenden auch noch einige Procent Bittererde, vorzüglich in Gegenden, welche auf der Keuperformation oder den dolomitischen Schichten der Muschelkalkformation aufliegen; in den Gegenden der erstern Formation findet sich ihnen zuweilen auch etwas Gyps beigemengt.

Im Allgemeinen enthält diese Classe die fruchtbarsten Bodenarten, vorzüglich zeichnet sich der humose thonige Mergelboden durch große Fruchtbarkeit aus; Weizen; Dinkel und die verschiedensten, viele Kraft erfordernden Gewächse können auf ihm mit Vortheil gebaut werden; am wenigsten fruchtbar sind die sandigen Lehmmergelböden und Sandmergelböden, sie nehmen schon die Natur der Sandböden an, und werden daher oft schon zu den Hafer- und Roggenböden gerechnet. Bei einer trocknen Lage eignen sich die Mergelböden vorzüglich zu Esparsette und Luzerne, weniger zu Klee; auch zu Weinbau eignen sie sich bei sonniger Lage vorzüglich gut.

Die häufiger auf Mergelböden vorkommenden Unkräuter sind Salvia pratensis, Plantago media, Dipsacus sylvestris, Sherardia arvensis, Asclepias Vincetoxicum, Laserpitium latifolium, Rubus

caesius, Alyssum calycinum, Thalictrum minus, Medicago lupulina, Hypochaeris glabra, Tussilago Farfara; namentlich bemerkt man oft auf Bodenarten, unter welchen Mergelarten liegen, einzelne dieser Pflanzen häufiger als gewöhnlich, es gehört dahin vorzüglich Tussilago Farfara und Alyssum calycinum.

Siebente Classe. Der Kalkboden.

Die Bodenarten dieser Classe enthalten über 20 Proc. Kalkerde mit mehr oder weniger Thon, Sand und Humus; sie lassen sich daher je nach der verschiedenen Menge dieser 3 letztern Beimengungen in die 5 verschiedenen, in der Tabelle enthaltenen Ordnungen eintheilen.

In dieser Bodenclasse stehen vorzüglich die sogenannten hitzigen Bodenarten; sie leiden durch ihren großen Kalkgehalt vorzüglich dann leichter an Trockenheit, wenn sich der Kalk in Form von Sand in einem Erdreich befindet. Da der Kalk die Humustheile auflöslicher macht, so erfordern solche Bodenarten eine größere Beimengung von humosen Theilen oder eine häufigere wiederholte Düngung, wenn sie für die Dauer fruchtbar bleiben sollen. Auch diese Bodenarten enthalten nicht selten etwas kohlensaure Bittererde.

Der thonige, hinreichend mit Humus versehene, so wie auch der humose thonige Kalkboden, gehören zu den vorzüglichern dieser Classe, wenn sein Kalkgehalt nicht über 20 — 30 Proc. steigt; er eignet sich dann wie die reichen Mergelböden zum Anbau der verschiedensten Gewächse. Steigt der Kalkgehalt dieser Bodenarten höher auf 40 bis 50 Proc., so vermindert sich gewöhnlich sehr seine Fruchtbarkeit, er bleibt in diesem Fall gewöhnlich nur bei großem Humusgehalt fruchtbar.

Zu den unfruchtbarsten Bodenarten dieser Classe gehören die sandigen Lehmkalkböden und lehmigen Sandkalkböden, diese nehmen oft ganz die Natur der Sandböden an; ihre Fruchtbarkeit kann sehr durch Beimengungen von Thon und Thonmergeln erhöht werden.

Die an thonigen Beimengungen ärmern Kalkböden eignen sich nicht mehr zum Anbau von Weizen und Dinkel, besser zu Emmer, Einkorn, Hafer, Tabak; die an Sand reichern mehr zu Roggen; von Futterkräutern gedeihen auf dem Kalkboden vorzüglich die Luzerne und Esparsette; die auf ihm häufiger vorkommenden Unkräuter sind Cynosurus coeruleus, Atropa Belladonna, Lithospermum officinale und purpureo-coeruleum, Bupleurum longifolium und rotundifolium, Caucalis grandiflora, latifolia, und daucoides, Eryngium campestre, Euphorbia exigua, Reseda lutea, Adonis aestivalis, Geranium dissectum und columbinum, Coronilla coronata, Taxus baccata. Nimmt der Kalkboden mehr die Natur des Sandbodens an, so finden sich auf ihm auch schon häufiger die dem Sandboden zukommenden Pflanzen.

Achte Classe. Humusboden.

In diese Classe gehören alle Bodenarten, aus welchen sich durch Wasser und mildes Kali mehr als 5 Proc. Humustheile ausziehen

lassen; durch Ausglühen lassen solche Böden oft 20 und noch mehr Proc. aus sich verflüchtigen; je nach ihren verschiedenen Beimengungen an Sand, Thon und Kalk lassen sie sich wieder in die, in der Tabelle enthaltenen Ordnungen und Arten eintheilen. Diese Bodenarten finden sich vorzüglich häufiger in Niederungen, in den Thälern großer, ruhiger, fließender Flüsse, oder in muldenförmigen Vertiefungen und auf Ebenen vorzüglich torfreicher Gegenden. Gewöhnlich zeichnen sich diese Bodenarten durch schwarzbraune bis ins Schwarze übergehende Farben, Lockerheit und große wasserhaltende Kraft aus, die nicht selten über 100 Proc. steigt.

Enthalten solche Humusböden keinen Kalk, so besitzen sie gewöhnlich freie Humussäure, in welchem Fall sie gewöhnlich erst durch Zusatz von Mergel oder Kalk Fruchtbarkeit erlangen.

Liegt der kalkhaltige thonige Humusboden nicht zu feucht, so läßt er sich noch sehr gut zum Getreidebau benutzen; bei geringerm Thon- und größerem Humusgehalt ist gewöhnlich seine Lockerheit zu groß, die Pflanzen erlangen oft keine gehörige Festigkeit, das Getreide lagert sich leicht und leidet oft an Rost.

Am besten eignen sich solche Bodenarten oft noch zu Wiesen und Weiden, da sie ohnehin gewöhnlich eine feuchte Lage haben. Gelingt es, solche Bodenarten trocken zu legen, und durch Beimengungen von Kalk, Thonmergel, Asche ihre physischen und chemischen Eigenschaften zu bessern, so können sie oft große Fruchtbarkeit erlangen.

Zuweilen sind solche Bodenarten so reich an Humustheilen, daß man sich ihrer in Verbindung mit Kalk, Asche oder Mergel mit Vortheil zur Düngung anderer armer Felder bedienen kann.

Auf Bodenarten, welche im Allgemeinen einen großen Humusgehalt haben, bemerkt man vorzüglich häufiger Poa pratensis, Alopecurus pratensis, Alsine media, Cerastium vulgatum, Dianthus superbus, Glecoma hederacea, Lamium purpureum, Lycopus europaeus, Sinapis arvensis, Erysimum cheiranthoides, Urtica dioica.

Auf Böden, welche zugleich thierischen Dünger enthalten, bemerkt man häufiger Datura Stramonium, Atriplex hortensis, Chenopodium album, viride, bonus Henricus, Amaranthus Blitum, Fumaria officinalis.

Auf sumpfigen Böden bemerkt man vorzüglich häufiger Equisetum palustre, Scirpus palustris, Sparganium ramosum und simplex, Triglochin palustre, Valeriana dioica, Menyanthes trifoliata, Phellandrium aquaticum, Polygonum bistorta, Parnassia palustris, Peplis portula, Ranunculus lingua und sceleratus, Pedicularis palustris, Euphorbia palustris, Lythrum salicaria, Cnicus palustris, Bidens tripartita, Alnus glutinosa.

Auf eigentlichem Torf und Moorland entwickeln sich Eriophorum latifolium, angustifolium und vaginatum, Scheuchzeria palustris, Drosera rotundifolia und longifolia, Ledum palustre, Vaccinium Oxycoccos und uliginosum, Comarum palustre, Betula nana, Lycopodium inundatum.

Fünfter Abschnitt.

Von den Düngungsmitteln.

§. 177. Man nennt Dünger, Dung oder Verbesserungsmittel des Bodens alle diejenigen Stoffe, welche das Wachsthum und die Fruchtbarkeit der Gewächse vermehren, wenn sie dem Boden zugesetzt, oder auch unmittelbar auf die Pflanzen ausgestreut werden; es gehören daher sehr viele Stoffe hierher, von welchen theilweise schon in den vorigen Abschnitten die Rede war, auf die wir daher zum Theil verweisen können. Sie wirken theils dadurch düngend, 1) daß sie wirklich den Humusgehalt eines Erdreichs vermehren, wohin die meisten Düngungsmittel aus dem Thier- und Pflanzenreich gehören; 2) theils dadurch, daß sie auf die Pflanzen reizend wirken und deren Vegetationsthätigkeit vermehren, ohne den Pflanzen selbst als Nahrungsmittel zu dienen, wie dieses bei vielen Salzen der Fall ist; oder 3) dadurch, daß sie die Thätigkeit des Bodens erhöhen, indem sie die im Boden enthaltenen schwerer auflöslichen Humustheile auflöslicher machen, wohin vorzüglich die Wirkung des Kalks, der Asche, des Mergels und ähnlicher Stoffe gehört; endlich 4) dadurch, daß sie vorzüglich die physischen Verhältnisse eines Erdreichs bessern, ohne unmittelbar chemisch auf die Pflanzen zu wirken, wie dieses bei der Wirkung des Sands, Thons, mancher Mergelarten und aller im Wasser völlig unauflöslicher Stoffe der Fall ist.

Mehrere Düngerarten wirken nicht blos auf die eine oder andere Art, sondern vereinigen in sich mehrere wohlthätige Wirkungen; sie wirken oft zugleich als Auflösungsmittel für den Humus, als reizendes und nährendes Mittel für die Pflanzen selbst, während sie zugleich auch auf die physischen Eigenschaften eines Erdreichs wohlthätig wirken; wir werden uns daher bei deren Betrachtung nicht streng an diese Abtheilungen binden können; wir werden hier zuerst die Düngerarten aus dem organischen Reich betrachten, auf sie die reizenden Düngerarten des Mineralreichs folgen lassen, und mit den vorzugsweise auf physische Art wirkenden Verbesserungsmitteln den Beschluß machen.

Von den Düngerarten des organischen Reichs.

§. 178. Es gehören daher sämmtliche Düngungsmittel, welche von Ueberresten abgelebter Thiere oder Pflanzen herrühren; sie gehören zu den besten und wirksamsten Düngerarten, indem sich bei ihrer Zersetzung wirklich auflöslicher Humus und Humussäure als Nahrungsmittel für die Pflanzen bildet. Sie lassen sich im Allgemeinen in vegetabilische und animalische oder Pflanzen- und thierische Düngerarten abtheilen; erstere enthalten in ihren Grundbestandtheilen vorzüglich Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, letztere enthalten zugleich noch Stickstoff; erstere bilden in Menge aufgehäuft

häufiger freie Pflanzensäure, letztere bilden bei der Zersetzung häufig Ammoniak; erstere zeigen sich im Allgemeinen weniger wirksam, als letztere; mehrere Düngerarten enthalten theils vegetabilische, theils thierische Ueberreste; manche Pflanzen nähern sich in ihrer Zusammensetzung durch stickstoffhaltige Bestandtheile auch selbst schon etwas den thierischen Stoffen; man nannte solche gemischte Düngerarten daher auch vegeto-animalische Dünger. Wir werden hier zuerst die vegetabilischen, und dann die animalischen näher betrachten.

Vom vegetabilischen Dünger.

§. 179. Die meisten Ueberreste abgestorbener Pflanzen wirken wohlthätig auf die Fruchtbarkeit und begünstigen das Wachsthum, wenn sie in gehörig zersetztem Zustand fein zertheilt dem Erdreich zugesetzt, und die etwa während deren Zersetzung sich bildende freie Säure zuvor durch Kalk oder alkalische Stoffe überhaupt abgestumpft wird; die Fruchtbarkeit vieler Walderden und der sogenannten ausgeruhten Bodenarten überhaupt beruht hierauf. Man beschleunigt künstlich die Zersetzung vegetabilischer Ueberreste, wenn man diese rein oder mit Erden und Kalk gemischt aufhäuft, der Fäulniß und Verwesung überläßt; man erhält dadurch einen künstlichen Mengedünger, einen sogenannten Compost; die Zersetzung der schwerer zersetzbaren Ueberreste wird sehr begünstigt, wenn man diesen etwa doppelt soviel Erde und etwa den 20sten Theil ungelöschten Kalk zusetzt, die Masse gehörig feucht erhält und das Ganze wiederholt umarbeitet.

Einzelne als vegetabilischer Dünger anwendbare Stoffe.

§. 180. Bei einer zweckmäßigen Behandlung lassen sich die verschiedensten vegetabilischen Ueberreste in einen wohlthätigen Dünger umwandeln; nur die vorzüglichern im Großen häufiger vorkommenden sollen hier angeführt werden; ihnen ähnlich lassen sich alle übrigen behandeln.

1) In Fäulniß begriffene Baumblätter der Laubholzarten; sie bilden im Allgemeinen eine leichte, vorzüglich für viele Culturgewächse günstige Düngererde (§. 114. oben), welche je nach der Natur der Bäume, durch deren Laub sie gebildet wurde, wieder etwas verschieden ist; vorherrschend aus Eichenlaub gebildete kann noch etwas Gerbstoff und Gallussäure enthalten, die jedoch bei vollständiger Zersetzung völlig zerstört werden, ohne den Pflanzen nachtheilig zu sein; selbst Ueberreste ausgelaugter Galläpfel geben ein sehr gutes Düngungsmittel.

2) Die Blätter der Nadelholzarten, Kiennadeln; sie zersetzen sich bei ihren harzigen Bestandtheilen schwerer, als die Blätter der Laubholzarten, gehen aber namentlich mit anderem Dünger gemengt in einen vorzüglich für gewisse Pflanzen sehr wohlthätigen Dünger über; der damit gedüngte Hopfen wird so schwerer und besser, und

bekommt einen gewürzhaftern Geruch, wahrscheinlich wegen der harzigen Bestandtheile dieses Düngers. (?) *)

3) Das Stroh der verschiedensten Pflanzen, wenn es durch Fäulniß gehörig zersetzt wird; unsere Stroharten enthalten nach Sprengels neuern Versuchen **), auf welche wir wieder unten zurückkommen werden, 56,4 Proc. an nahrhaften organischen Stoffen, während die Holzfaser auch selbst nach und nach eine Zersetzung erleidet, woraus sich genügend diese düngende Wirkung erklärt.

4) Sägespäne und Sägemehl, ebenso die Ueberreste bei der Hanf- und Flachsbereitung lassen sich mit großem Vortheil zur Bereitung eines Mengedüngers benutzen, vorzüglich wenn sie mit Harn gemischt in Fäulniß gesetzt werden.

5) Die Ueberreste von faulem Holz, die sogenannte Holzerde abgestorbener Bäume bildet eine der Lauberde ähnliche leichte Düngererde, die sich namentlich zur Bildung von Erden gut eignet, in welchen manche Straucharten des Caps und Neuhollands gezogen werden sollen.

6) Ausgeglühte Holzkohlen wirken verschieden, je nachdem sie im frisch ausgeglühten Zustand, oder erst später einem Erdreich beigemengt werden; im frisch ausgeglühten Zustand in einiger Menge angewandt, wirkt die Kohle schädlich ***), wahrscheinlich weil sie in diesem Zustand nichts mehr von in Wasser auflöslichen organischen Stoffen enthält, und Sauerstoff und Wasser mit Begierde absorbirt, welche sie daher den Pflanzen vielmehr entzieht, statt ihnen Sauerstoff abzutreten, der für alle Vegetationsprocesse unumgänglich nothwendig ist; länger der Luft ausgesetzte Kohle zeigt sich dagegen namentlich bei schweren kalten Bodenarten wohlthätig wirkend, sie macht das Erdreich lockerer, färbt es dunkler, wodurch es sich leichter erwärmen kann, und giebt Feuchtigkeit und Sauerstoff wieder an die Umgebungen ab, sobald sie damit gesättigt ist und diese daran Mangel leiden. Auf dieser Eigenschaft der Kohle, Sauerstoff in größerer Menge zu absorbiren, scheint es namentlich zu beruhen, warum kohlenreiche Erden vorzüglich häufiger von Gärtnern ange-

---

*) Alle Pflanzen und Pflanzentheile geben um so mehr und fruchtbareren Humus, wenn sie nicht erst von der Sonne ausgetrocknet und vom Wasser ausgelaugt wurden: denn, es sind die saftigen Bestandtheile derselben, welche zuerst in Gährung übergehen und den festeren als Ferment dienen, ungerechnet, daß auch die salzigen Bestandtheile verloren gehen.

Daher ist auch die Zersetzung und die Wirkung der sogenannten Schneidelstreu, (frische Zweige und Nadeln) eine ganz andere, als die der trocknen Nadeln, welche auf Schlägen und Holzstätten für diesen Zweck gesammelt werden und die Zersetzung des Kartoffelkrauts erfolgt viel rascher, wenn es frisch vom Acker mit Erde eingeschlagen, als wenn es im Frühling erst gesammelt wird. Moose, hauptsächlich Wasser- oder Sumpfmoose, zu Mengedünger oder Unterstreu verwendet, verwesen schneller, wenn sie, noch frisch und feucht, in großen, zusammengetretenen Haufen sich erhitzt haben. K.

**) Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie. 1829, im 6ten Bd. Nov. und Decbr.

***) Dinglers polytechnisches Journal 1826, im 22. Band, S. 261.

mischt werden, um den gewöhnlich roth blühenden Hortensien eine blaue Blüthenfarbe zu ertheilen; die Pflanze wird durch solche kohlenreiche Erden in einen künstlich desoxydirten Zustand versetzt, worüber ich die nähern Versuche bei einer andern Veranlassung mittheilte *).

7) Die Lohkuchen und Ueberreste von Loh überhaupt, wenn sie sich nicht vortheilhafter als Brennmaterial benutzen lassen, können als Dünger benutzt werden; nur müssen sie zuvor mit Erde vermischt der Fäulniß ausgesetzt werden, und Gallussäure und Gerbestoff völlig zerstört sein; sie sollen zugleich die Eigenschaft haben, Erdflöhe und Regenwürmer abzuhalten.

8) Verfaulte Pflanzenwürzeln, Gemüsabfälle und Unkräuter aller Art verwandeln sich, in Haufen aufgeworfen, in sehr guten Dünger; nur ist es nöthig, die Zersetzung vor deren Anwendung vollständig beendigen zu lassen, namentlich besitzen manche mit härtern Hüllen versehene Samen von Unkräutern die Eigenschaft, sich auch im Dünger lange unzersetzt zu erhalten, welche dann bei zu frühzeitiger Anwendung auf die Felder selbst wieder ausgesäet würden.

9) Die sogenannte Rasenerde gehört gleichfalls hierher; man erhält sie, wenn mit Gräsern dicht bewachsene Rasen in Menge aufgehäuft der Zersetzung ausgesetzt werden.

10) Größere Schwämme mit Kalk, oder Asche und Erde gemischt, gehen in eine gute Düngererde über, eben so lassen sich Moose in einen Dünger umwandeln; in manchen Gegenden werden mit gutem Erfolg die im Grund von langsam fließendem Wasser oft in Menge sich ansetzenden Conferven und Wasserpflanzen der verschiedensten Art, so weit sie sich nicht als Viehfutter benutzen lassen, ausgeschlagen und als Dünger benutzt.

11) Die Oelkuchen, ebenso die Abfälle von Senfmühlen, lassen sich mit großem Vortheil als Düngungsmittel benutzen; ihre Anwendung zu diesem Zweck ist vorzüglich bei solchen Oelkuchen vortheilhafter, welche sich wegen ihrer zum Theil schädlichen und giftigen Bestandtheile nicht als Viehfutter benutzen lassen, wie dieß bei den Oelkuchen aus Tollkirschen, und selbst der Buchnüsse für gewisse Thiere (Pferde) der Fall ist **). In England nimmt man bei der Düngung mit Oelkuchen bei Weizen auf einen englischen Acre 3 Quarter gepulverte Oelkuchen, bei Gerste 2 Qrtr. (auf den Berliner Morgen 10 und 6½ Scheffel). Die Oelkuchen haben zugleich bei dieser Anwendung die Nebenwirkung, daß sie die so schädliche Maulwurfsgrylle (Gryllus gryllotalpa) vertilgen.

12) Die Weintrester (Kämme, Hülsen und Kerne der Weintrauben) lassen sich, wenn sie keine andere Anwendung mehr finden, noch als Düngungsmittel benutzen; um ihre Zersetzung vollständiger

---

*) Schweiggers Journal der Chemie 1821. im 35. Band. S. 286.

**) Ueber die nachtheiligen Wirkungen der Buchekern auf die Pferde von Prof. Hering im Correspondenzblatt des landw. Vereins in Stuttgart 1825. im 8ten Band S. 279 — 300.

zu machen, ist es gleichfalls zweckmäßig, ihnen Kalk und etwa Mistjauche zuzusetzen.

13) Der Ruß der Schornsteine enthält außer Kohlenstoff namentlich auch essigsaures und kohlensaures Ammoniak und einzelne in Wasser auflösliche Stoffe, welche mit Wasser verdünnt wohlthätig auf die Vegetation wirken.

14) Die mistartigen in stark bewachsenen Sümpfen und Teichen sich ansammelnden Massen, so wie Moorerde überhaupt; sie müssen nach dem Ausschlagen zuerst getrocknet und mit Kalk oder Asche versetzt werden, wenn sie freie Humussäure enthalten und in dem Erdreich, dem sie zugesetzt werden sollen, nicht etwa selbst schon hinreichend Kalk enthalten ist.

15) Torf und gewisse Arten von Braunkohlen enthalten oft vielen schwerauflöslichen Humus; mit Kalk oder Asche und Erde gemischt, können sie daher in einen sehr nahrhaften Dünger umgewandelt werden; nur dürfen die damit zu bessernden Felder keine zu feuchte Lage haben und nicht zu thonreich sein; er eignet sich im Allgemeinen besser für sandige und kalkreiche Böden.

16) Das Rasenbrennen und Durchräuchern der Erden, wodurch vegetabilische Ueberreste mehr oder weniger vollständig zerstört dem Erdreiche beigemengt werden; zweckmäßig ist seine Anwendung nur bei schweren, kalten oder mit überflüssig vielen organischen Ueberresten versehenen Böden, die etwa in einem solchen Boden sich findende freie Säure wird dadurch getilgt, etwas Kalk gebildet, welches auflösend auf den übrigen Humus wirkt und dem Thon dadurch eine bessere Consistenz ertheilt, worauf wir weiter unten zurückkommen werden (siehe §. 195.)

17) Die sogenannte grüne Düngung durch Unterpflügen frischer grünender Vegetabilien; sie beruht auf dem Grundsatz, daß viele Pflanzen während ihres Vegetationsprocesses mehr organische Bestandtheile aus der Luft und dem Wasser zusammensetzen, als sie dem Boden entziehen; vorzüglich düngend zeigen sich in dieser Beziehung saftreiche, schnell wachsende Pflanzen, wenn sie in voller Blüthe untergepflügt werden, Erbsen, Bohnen, Wicken, Heidekorn, grün untergepflügte Unkräuter, worin die wohlthätige Wirkung der braachliegenden Aecker vorzüglich beruht. In Deutschland werden in dieser Beziehung oft Klee und dessen Stoppeln untergepflügt; in Italien werden zu diesem Zweck längst die Lupinen angewandt; sie gedeihen im Clima Deutschlands weniger gut, statt ihrer wurde bei uns schon mit Vortheil Borretsch (Borrago officinalis) angewandt *); nach einer vergleichenden Untersuchung von Lampadius zieht diese Pflanze das 10fache ihrer Nahrungsmittel aus der Luft, sie bildete bei einem in dieser Beziehung näher angestellten Versuch im Verlauf von 5 Monaten (vom 3ten April bis 6ten September) 10mal mehr organische Stoffe in sich aus, als sie dem Boden an Nah-

*) Wochenschrift des landwirthschaftlichen Vereins in Baiern 1824. S. 775.

[illegible] entzogen hat*); sie verdient daher in dieser Beziehung alle Aufmerksamkeit. In neuern Zeiten wurde zu diesem Zweck von Joubert in Turin auch Roggen anempfohlen, der zu diesem Zweck bei Turin im September gesäet, und Mitte Aprils untergepflügt wird**).

Vom thierischen Dünger.

§. 181. Zu den thierischen Düngerarten gehören alle thierischen Stoffe, welche sich durch Fäulniß und Verwesung nach und nach zersetzen und in einen in Wasser zum Theil auflöslichen Zustand übergehen; sie verbreiten bei ihrer Fäulniß durch das sich aus ihnen entwickelnde Ammoniak einen weit stärkern Geruch, als die vegetabilischen Ueberreste. Der durch ihre Zersetzung sich bildende Humus und Humussäure ist im Wasser auflöslicher, absorbirt leichter Feuchtigkeit aus der Luft und erhält sich nach §. 73. in mehrern Verhältnissen von dem rein aus Pflanzen sich bildenden Humus verschieden; er enthält zugleich Stickstoff, was mit seiner größern Wirksamkeit auf die Vegetation in genauer Beziehung zu stehen scheint.

Einzelne, als thierische Dünger anwendbare Stoffe.

§. 182. Die wichtigern, als thierischer Dünger anwendbare Stoffe sind diese:

1) Die mehr festen Excremente der Thiere; sie zeigen je nach der verschiedenen natürlichen Beschaffenheit der Thiere und deren verschiedenen Nahrungsmitteln viele Verschiedenheiten; bei den, von Vegetabilien lebenden, größern Thieren sind sie häufig mit mehr oder weniger Ueberresten der Pflanzen, welche die Thiere verzehrten, mit Pflanzenfasern, strohigten Theilen, Hülsen und selbst schwerer verdaulichen Samenkörnern gemischt; die Excremente gehen gewöhnlich erst durch weitere Gährung und Fäulniß in eine vollständigere Zersetzung über, welche oft in Verbindung mit strohigten Theilen vollständiger eingeleitet wird; sie gehören daher in diesem Fall schon mehr zu den gemischten vegetabilisch-animalischen Düngerarten.

Die Bestandtheile und Wirkungen dieser Düngerarten zeigen große Verschiedenheiten, auf welche wir weiter unten §. 183. zurückkommen werden.

2) Knochen im fein pulverisirten Zustand als Knochenmehl; sie bilden ein sehr kräftiges Düngungsmittel, welches längst in England, und in neuern Zeiten auch mehr in Deutschland angewandt wird; da die Knochen verschiedener Thiere 26, 30, 40 bis 54 Proc. animalische, in Wasser durch Fäulniß auflösliche Stoffe enthalten, und ihre phosphorsaure Kalkerde in Humussäure selbst etwas auflöslich ist (§. 77. der Agronomie), so läßt sich von ihnen in doppelter Beziehung eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation er-

*) Kastners Archiv der Naturlehre 1826 im 7ten Band S. 140.

**) Bibliothèq. universelle, Septbr. 1819, und Land- und Hauswirth 1820. S. 81.

warten; nach einigen Angaben soll ein Centner gutes feines Knochenmehl so viel wirken, als 28 Centner Dünger; in Würtemberg wird auf 1 würtembergischen Morgen von 29,868 paris. Quadratschuh 3, 4 bis 5 Centner genommen *).

3) Alle Abfälle von Horn, Klauen und Hufen; sie zersetzen sich schwer und müssen zerkleinert mit Erden, Kalk, Asche gemischt, zuvor in Fäulniß gesetzt werden; die Hornspäne können zwar schon frisch angewandt werden; auch sie sind jedoch wirksamer, wenn sie namentlich in Verbindung mit Mistjauche zuvor in Fäulniß gesetzt werden; sie werden mit vorzüglich gutem Erfolg zur Düngung mancher Ziergewächse benutzt.

4) Alle Abfälle von Häuten und Leder in Gerbereien und von Schustern lassen sich in ein kräftiges Düngungsmittel umwandeln, wenn sie mit Kalk und Erden überhaupt in Gährung gesetzt werden; sie zeigen sich vorzüglich wirksam bei Hopfenpflanzungen.

5) Haare, Borsten und Federn enthalten Gallerte und dem Eiweiß ähnliche Stoffe, gehen jedoch gleichfalls nur langsam in einen vollkommen zersetzten Zustand über; sie lassen sich durch ähnliche Behandlung in diesen versetzen.

6) Alte wollene Zeuge, Scheerwolle und alle Abgänge von Wollwebereien bilden sehr wirksame Düngungsmittel; sie werden in einigen Gegenden selbst ohne vorhergehende weitere Zersetzung dem Erdreich beigemischt; auch das Waschwasser der Wolle besitzt düngende Eigenschaften.

7) Alle Arten von Fleisch gefallener Thiere und Abfälle von Schlachtereien bilden in Verbindung mit Kalk und Erden der Verwesung ausgesetzt sehr kräftige Düngererden; ebendahin gehört alle Erde, welche von verscharrten oder verwesten Cadavern übrig bleibt. Manche Fische (Stichlinge) finden sich in einzelnen Gegenden in solcher Menge, daß sie mit Erde aufgehäuft mit Vortheil in Dünger verwandelt werden können, ebenso wandte man zuweilen einzelne in Menge sich einfindende Insecten, Heuschrecken, Maikäfer, Uferaasfliegen (Ephemera vulgata) schon als Düngungsmittel an.

8) Das Blut gehört zu den kräftigsten Düngungsmitteln, wie schon hier und da zufällig auf Schlachtfeldern diese Beobachtung gemacht wurde; es kann sogleich noch frisch im flüssigen Zustand dem Erdreich zugesetzt werden; im geronnenen Zustand wird seine Zersetzung durch Zusatz von Kalk beschleunigt; die Abfälle in Zuckerraffinerien, welche vorzüglich aus geronnenem Ochsenblut und Zucker bestehen, werden längst mit Vortheil als Düngungsmittel benutzt.

9) Der Harn der Thiere enthält außer Wasser gewöhnlich mehrere Procente thierische im Wasser auflösliche Stoffe; im frischen Zustand enthält er gewöhnlich etwas freie Säure, namentlich Harnsäure, Essigsäure, Benzoesäure; durch die Fäulniß wird diese freie

---

*) Correspondenzblatt des landwirthsch. Vereins in Stuttgart. 1825. im 7ten Band S. 530.

Säure zerstört und er erhält eine alkalische Beschaffenheit; es bildet sich in ihm kohlensaures Ammoniak. Fault der Urin in Berührung mit den festen Excrementen, und werden beide zugleich noch künstlich in häufigere Berührung gebracht, so löst sich ein Theil der festen Excremente in dem faulenden Urin auf; es entsteht dadurch die Mistjauche, Gauche, Gülle, welche zu den kräftigsten Düngungsmitteln gehört. Der frische Urin wirkt im reinen Zustand leicht schädlich auf die Pflanzen; auch der gegohrene Urin und die Mistjauche müssen mit Wasser gehörig verdünnt angewandt werden.

Man versuchte in neuern Zeiten, namentlich in Frankreich, den Urin auch in trockner Form mit sehr gutem Erfolg als Düngungsmittel anzuwenden, indem man ihn mit verschiedenen Erden versetzt und die wässrigen Theile verdünsten läßt; man erhält dadurch das sogenannte Urate, ein sehr kräftiges Düngungsmittel; als Verdikkungsmittel kann man sich des Kalks, Gypses, der Seifensiederasche, Straßenmoder und ähnlicher erdiger Pulver bedienen.

Vergleichung der Wirksamkeit der wichtigern vegetabilischen und thierischen Düngerarten.

§. 183. Die Düngerarten zeigen je nach den Pflanzen oder Thieren, von welchen sie herrühren, ebenso je nach der verschiedenen Art ihrer mehr oder weniger vollkommenen Zersetzung viele Verschiedenheiten; werden sie sogleich frisch dem Erdreiche beigemischt, so befinden sich manche strohige und hülsenreichere noch nicht in dem gehörig zersetzten Zustand, während umgekehrt durch längeres Liegen über der Erde sich auch mehrere ihrer wirksamsten Bestandtheile durch fortgesetzte Fäulniß verflüchtigen.

Die meisten thierischen Düngerarten sollten möglichst bald als Düngungsmittel angewandt werden, sie verlieren durch längeres Aufbewahren in der Regel weit mehr, als sie durch weitere Zersetzung an auflöslichen Stoffen gewinnen. Nach Gazzeri's Versuchen verlor Pferdemist in 2 Monaten 9½ Procent an festen Theilen, und anderer in 4 Monaten über die Hälfte; 50 Theile trockner Taubenmist verloren, mit Wasser in Gährung gebracht, nach einem Monat so viel, daß getrocknet 29 blieben; beim Hühnermist blieben nicht viel über 30, bei Menschenkoth nur 10; von 400 Theilen Kuhmist verflüchtigten sich in 40 Tagen bei mäßiger Gährung über 15 Theile; bei vegetabilischen Düngerarten ist dieser Verlust weit geringer und bei ihnen ein längeres Liegenlassen oft weit zweckmäßiger.

In Ansehung der Wirkung auf die Vegetation zeigen die wichtigern, im Großen häufiger angewandten Düngerarten folgende Verschiedenheiten:

Unter den vegetabilischen Düngerarten zeigen sich im Allgemeinen die als die wirksamsten, welche aus Pflanzen sich bildeten, deren Bestandtheile sich denen der thierischen Körper etwas nähern; es gehören dahin vorzüglich die an Pflanzeneiweiß reichern Pflanzen, die Kohlarten und manche verwandte Pflanzen mit fleischigen nahr-

haften Blättern; zu den unwirksamsten gehören die an Pflanzenfasern reichern, weniger nahrhaften Gräser, Holzfasern und überhaupt schwer auflösliche, zum Theil verkohlte Pflanzenüberreste.

Unter den thierischen Düngerarten gehören die menschlichen Excremente zu den wirksamsten; der aus ihnen sich bildende Dünger hält das Mittel zwischen dem sogenannten hitzigen und kühlen Dünger, der sich auf jedem Boden gut anwenden läßt. Werden die menschlichen Excremente getrocknet und pulverisirt, so erhält man ein sehr wirksames Düngpulver, welches unter dem Namen Poudrette, Misterde, schon längere Zeit, namentlich in Frankreich bei Paris in Menge bereitet und in den Handel gebracht wird *).

Der Rindviehmist enthält frisch weder eine freie Säure, noch ein Alkali, nur wenn er fault, waltet Ammoniak vor; er ist weniger hitzig, als Pferde- und Schafmist, und die meisten Mistarten der gewöhnlichen Hausthiere; er geht langsam in Gährung über, er wirkt vorzüglich wohlthätig auf trockne, wenig Thon enthaltende Böden; er wirkt lange nach.

Der Pferdemist enthält noch eine größere Menge von Körnern und unvollkommen zersetzten Pflanzenüberresten, als der Rindviehmist; er ist sehr hitzig, kommt leicht in Gährung und entwickelt dabei so viel Wärme, daß er frisch zur Erwärmung der Mistbeete gebraucht werden kann; er wirkt schneller, aber nicht so lange als der Rindviehmist.

Der Schafmist gehört gleichfalls zu den hitzigen Düngerarten; ist jedoch weniger hitzig, als der Pferdemist; er scheint aber reizender auf die Pflanzen zu wirken, seine Wirkung ist schneller, aber auch schneller vorübergehend.

Der Schweinemist steht in seiner Wirkung in der Mitte zwischen dem Schafmist und Pferdemist; er scheint auf die Pflanzen mehr reizend, als nährend zu wirken; er eignet sich daher besser für kalte und nasse, als für trockne und hitzige Böden.

Der Ziegen- und Kaninchenmist hat mit dem Schafmist die meiste Aehnlichkeit.

Der Vogelmist geht im Allgemeinen schneller in Gährung über; ist hitziger und wirkt schneller, als der Mist der vierfüßigen Thiere; er enthält die Ueberreste der Nahrungsmittel der Vögel schon feiner zertheilt und zersetzt, zugleich enthält er oft eine bedeutende Menge Harnsäure und verschiedene andere thierische Stoffe. — Der Taubenmist gehört unter die vorzüglich wirksamern dieser Vogelmistarten; er entwickelt zuweilen so viel Wärme, daß er sich in Menge aufgehäuft bis zum Entzünden erhitzt; im feuchten Zustand geht er leicht in Gährung über; er bildet ein sehr schnell wirksames Düngungsmittel; in Holland wird er häufig auf Tabakfelder gebracht, auch Melonen, Hanf und Obstbäumen zeigt er sich sehr zuträglich.

Der Mist der andern Hausgeflügel, besonders der Hühner, wirkt dem Taubenmist ähnlich, jedoch schwächer.

---

*) Hermbstädt Archiv der Agriculturchemie 1. Band S. 230.

Eine schätzbare vergleichende Untersuchung der verschiedenen Wirksamkeit der wichtigsten dieser Düngerarten besitzen wir von Hermbstädt *). Er ließ zu diesem Zweck 10 gleich große Beete, jedes von 100 Quadratfuß Fläche eines sandigen Lehmbodens bei Berlin mit 16 Loth derselben Weizenart einsäen und zuvor jedem dieser Beete eine gleiche Menge Dünger beimengen, der im trocknen Zustand gewogen wurde, um den verschiedenen Einfluß derselben Düngermenge auf die Ergiebigkeit und Güte des erzielten Getreides zu erhalten; nach der Erndte wurde das geerndtete Getreide näher untersucht und dadurch folgende Resultate erhalten. Je 5000 Theile des Weizens zeigten sich in folgenden Verhältnissen verschieden zusammengesetzt.

Düngerarten	Rindsblut	Menschenkoth	Schafmist	Ziegenmist	Menschenurin **)	Pferdemist	Taubenmist	Kuhmist	Pflanzenerde ***)	Ungedüngt
Körnerertrag	14fältig	14fältig	12fältig	12fältig	12fältig	10fältig	9fältig	7fältig	5fältig	3fältig
Feuchtigkeit . . .	215	217	214	215	250	217	215	211	211	210
Kleber	1712	1697	1645	1644	1755	684	610	598	480	460
Stärkemehl . . .	2065	2072	2140	2121	1995	3082	3159	3117	3297	3333
Eiweiß	53	65	65	66	70	56	48	50	40	36
Schleimzucker . .	94	80	75	78	74	84	98	99	99	96
Gummi	92	80	78	78	80	86	96	95	95	94
Getreideöl . . .	45	55	54	45	54	50	46	52	49	50
Saurer phosphorsaurer Kalk .	26	30	36	35	40	38	25	25	24	18
Hülsensubstanz .	695	700	698	714	712	700	700	697	702	700
Verlust	3	4	4	4	5	3	3	4	3	3

Es ergeben sich hieraus folgende Resultate:

1) die verschiedenen Düngerarten haben einen verschiedenen Einfluß auf den vermehrten Ertrag der Fruchtkörner; Blut und menschliche Excremente gaben den größten, vegetabilische Düngererde den kleinsten Ertrag.
2) Die Düngerarten haben zugleich einen entschiedenen Einfluß auf die Erzeugung der nähern Bestandtheile des Getreides.
3) Die Masse dieser nähern Gemengtheile steht wieder im Verhältniß mit der Masse der Fruchtkörner, welche aus einem bestimmten Gewicht Aussaat producirt wurden.
4) Die Bestandtheile der Düngerarten stehen mit den Bestandtheilen der producirten Fruchtkörner und mit den einzelnen Gemengtheilen derselben in einem bestimmten Verhältniß.

*) Schweiggers Journal der Chemie. Jahrg. 1820. Th. 16. S. 278.
**) Der Menschenurin war von biertrinkenden Personen.
***) Die Pflanzenerde war aus verwesetem Kartoffelkraut gewonnen worden.

Erddecke) zerfallen. Seine Anwendung eignet sich vorzüglich besser auf schwere, viele vegetabilische Ueberreste enthaltende Bodenarten, weniger auf trockene, hitzige und Sandböden.

Bei seiner Anwendung hat man sich sehr zu hüten, einem Erdreich nicht zu viel zuzusetzen, in welchem Fall er leicht ätzend auf die Pflanzen selbst wirkt und Unfruchtbarkeit zur Folge haben kann; aus demselben Grund darf er einem Erdreich nicht in größern, knolligen Stücken zugesetzt werden, sondern dieses muß in möglichst fein zertheiltem Zustand geschehen; gewöhnlich nimmt man auf Kleefelder und schweres Land 10 bis 12 mal mehr pulverisirten Kalk, als Kleesamen; auf leichteres Land 8 bis 10 mal mehr. — Eine 2te Vorsicht ist, daß solcher Kalk keine Bittererde enthalten darf, welche im gebrannten Zustand nachtheilige Wirkungen auf die Vegetation besitzt, wovon schon oben §. 40. näher die Rede war.

Der kohlensaure Kalk.

§. 187. Der kohlensaure Kalk kommt in seinen wesentlichen Eigenschaften in Beziehung auf den Humus mit dem caustischen Kalk überein, namentlich hat er mit diesem die Eigenschaft gemein, mit Humussäure eine im Wasser etwas auflösliche Verbindung einzugehen; nur wirkt er in allen Verhältnissen schwächer und langsamer, als der gebrannte Kalk, er besitzt keine ätzenden Eigenschaften, und seine Auflöslichkeit ist weit geringer; er kann daher ohne Nachtheil für die Pflanzen auch in größerer Menge angewandt werden; durch seine Einwirkung auf den Humus erhöht er vorzüglich die Thätigkeit von Bodenarten, welche bei fehlendem Kalk vielen schwerauflöslichen Humus besitzen; die wohlthätige Wirkung der meisten Mergelarten beruht vorzüglich auf dem Kalkgehalt derselben.

Bei Bodenarten, welche nicht schon selbst Kalk beigemengt enthalten, zeigt sich schon eine geringe Beimengung von Kalk sehr wohlthätig; Davy fand in mehreren sehr vorzüglichen Bodenarten Englands nur 3 bis 5 Proc. kohlensauren Kalk; Thaer fand in Norddeutschland 4 Proc. kohlensauren Kalk, als das beste Verhältniß; Puvis fand in Frankreich in den fruchtbarsten Ackererden der Umgebungen von Lille nur $1\frac{1}{2}$ bis 3 Proc. kohlensaure Kalkerde; auch ich fand im südlichen Deutschland nicht selten sehr fruchtbare Böden mit diesem geringen Kalkgehalt, obgleich andere auch wieder mehr enthielten; mehrere Belege dafür enthalten auch die oben im vorigen Abschnitt S. 127 bis 134 mitgetheilten Bodenanalysen.

Außer der chemischen Einwirkung des Kalks sind zugleich seine physischen Verhältnisse zu berücksichtigen, welche je nach der verschiedenen Feinheit seines Korns nach dem §. 113. oben Erwähnten sehr verschieden sein können. Besitzt das durch kohlensauren Kalk zu verbessernde Erdreich eine große Consistenz und große wasserhaltende Kraft: so ist die Anwendung von Kalksand zweckmäßiger, in welchem Fall verhältnißmäßig mehr Kalk zuzusetzen ist, indem vorzüglich nur der feinere abschlämmbare Kalk in chemischer Beziehung

auf die Thätigkeit des Bodens schneller einwirkend ist; besitzt das zu verbessernde Erdreich dagegen selbst schon eine geringe Consistenz und wasserhaltende Kraft: so wird die Anwendung eines feinen pulverförmigen Kalks Vorzüge besitzen.

Vom Mergel.

§. 188. Die Mergel, von deren verschiedener Zusammensetzung schon oben §. 47. näher die Rede war, sind gewöhnlich auf doppelte Art auf die Fruchtbarkeit eines Erdreichs einwirkend; durch ihren Kalkgehalt wirken sie chemisch, durch die verschiedene Feinheit und Art ihres Korns mehr physisch.

Die Zusammensetzung der Mergel- und Bodenarten ist so mannigfaltig verschieden, daß sich nur durch wirkliche Prüfung der physischen und chemischen Eigenschaften eines Mergels im Einzelnen ergeben kann, ob er auf ein zu verbesserndes Erdreich wirklich mit Vortheil angewandt werden kann.

Man glaubte lange, daß ein fruchtbares Erdreich eine bedeutende Menge Kalk zur Fruchtbarkeit bedürfe, ältere agronomische Schriftsteller nahmen mit Unrecht an, daß $\frac{3}{8}$ Kalk, $\frac{3}{8}$ Kieselerde und $\frac{2}{8}$ Thon die bessern Bodenarten bilde; neuere, in verschiedenen Ländern angestellte Beobachtungen (siehe vorig. §.) ergeben vielmehr, daß schon wenige Procente Kalkerde hierzu völlig hinreichend sind, und daß man sich daher nur unnöthige Mühe und Kosten verursachen würde, einem Erdreich, welches etwa schon 4—5 Proc. Kalk enthält, durch einen Mergel noch mehr Kalk zuführen zu wollen, wenn man anders nicht durch einen solchen Mergel mehr die physischen, als chemischen Eigenschaften eines Erdreichs zu verbessern wünscht.

Thaer räth, auf einen Magdeburger Morgen etwa 18 Fuhren von 18 Cubikfuß rheinisch eines Mergels, welcher etwa 25 Proc. Kalk enthält, fahren zu lassen; nimmt man die Ackerkrume im Mittel 4 Zoll tief an, so würde dieses etwas mehr als $2\frac{1}{2}$ Proc. Kalkgehalt geben.

Die nähern Verhältnisse ergeben sich aus folgender Berechnung:

Wünscht man einer Ackererde 3 Proc. Kalk zu geben, so würde jede Schicht der Ackererde von 1 Zoll Mächtigkeit eine Mergellage von $\frac{3}{100}$ Zoll Dicke erfordern, wenn der Mergel aus reinem kohlensauren Kalk bestünde, und man würde, um die ganze Lage Mergel zu finden, die auf den Boden gebracht werden müßte, nur nöthig haben, $\frac{3}{100}$ Zoll so oft zu nehmen, als die Ackerkrume Tiefe hat. Da aber der Mergel außer Kalk immer noch andere Bestandtheile hat, so muß er auch im Verhältniß um so viel dicker aufgeführt werden, um so weniger er von demselben enthält; enthält er nur 90, 80, 70, 60, 50, 40, 10 u. s. w. Procent kohlensauren Kalk, so muß die Menge des Mergels in umgekehrter Ordnung in diesem Verhältniß, das heißt, von 10, 40, 50, . . . 90 Procent zunehmen.

Ohne Zweifel sind Kleber und Stärkemehl die wichtigsten Bestandtheile des Weizens und der Getreidearten überhaupt; merkwürdig ist es nur, daß die Menge dieser beiden Bestandtheile bei diesen Weizenarten je nach den verschiedenen Düngungsmitteln im umgekehrten Verhältniß stehen; es ergiebt sich dieses näher, wenn wir diese verschiedenen Düngerarten nach der verschiedenen Menge ordnen, in welcher sich diese beiden Grundstoffe in den einzelnen Weizenarten ausbildeten.

Düngerarten	Klebergehalt in abstrigender Linie in		Düngerarten	Stärkegehalt in aufsteigender Linie in	
	5000 Theilen	100 Theilen		5000 Theilen	100 Theilen
Menschenharn	1755	35,10	Menschenharn	1995	39,90
Rindsblut . .	1712	34,24	Rindsblut . .	2065	41,30
Menschenkoth	1697	33,14	Menschenkoth	2072	41,44
Schafmist . .	1645	32,90	Ziegenmist . .	2121	42,43
Ziegenmist . .	1644	32,88	Schafmist . .	2140	42,80
Pferdemist . .	648	13,68	Pferdemist . .	3082	61,64
Taubenmist .	610	12,20	Kuhmist . . .	3117	62,34
Kuhmist . . .	598	11,96	Taubenmist .	3159	63,18
Pflanzenerde .	480	9,60	Pflanzenerde .	3297	65,94
Ungedüngte Erde	460	9,20	Ungedüngter Boden . . .	3333	66,69

Der Klebergehalt nimmt daher durch dieselben Düngerarten zu, durch welche sich der Stärkemehlgehalt vermindert; es zeigen sich nur geringe Abweichungen von diesem allgemeinern Gesetz; durch die an Stickstoff reicheren thierischen Düngungsmittel nimmt der Klebergehalt zu, und der Stärkemehlgehalt ab; durch die vegetabilische Düngung vermindert sich umgekehrt der Klebergehalt, während sich der Stärkemehlgehalt vermehrt. Wir besitzen daher in der Wahl des Düngers ein Mittel, den einen oder andern dieser Bestandtheile in größerer Menge auf einem Erdreich zu erzielen; der an Kleber reiche Weizen wird sich vorzüglich gut zum Brod als Nahrungsmittel, der an Stärkemehl reichere zur Stärkefabrication verwenden lassen; ähnliche verschiedene Rücksichten werden zu nehmen sein, je nachdem ein Getreide, statt zu Stärke oder Brod, zur Branntwein-, Bier- oder Essigfabrication verwandt werden soll *).

*) Vergleichende Versuche über die Wirkung verschiedener Düngerarten auf Gemüsarten und verschiedene andere Culturgewächse besitzen wir von den Hofgärtnern Reifert und Seiz in Aschaffenburg; es zeigten sich dabei je nach den verschiedenen Düngungsmitteln und Bodenarten nicht weniger bedeutende Verschiedenheiten. Siehe Wochenblatt des landwirthsch. Vereins in Baiern, 9ter Jahrg. S. 678.

Von den mineralischen Düngerarten.

§. 184. Zu den mineralischen Düngerarten gehören alle diejenigen Stoffe des Mineralreichs, welche die Eigenschaft besitzen, unter gewissen Umständen die Fruchtbarkeit des Erdreichs zu erhöhen, obgleich durch sie selbst dem Erdreich keine eigentlichen düngenden organischen Stoffe zugeführt werden. Sie wirken theils chemisch, indem sie die im Boden enthaltenen schwerer auflöslichen organischen Stoffe leichter auflöslich machen, wodurch diese als Nahrungsmittel in die Pflanzen eingehen können, wohin namentlich die Wirkung des Kalks, Mergels und der Asche gehört, theils wirken sie mehr reizend (physiologisch) auf die Pflanzen selbst, indem sie deren Thätigkeit erhöhen und zum Theil selbst in sie übergehen, wohin die Wirkung vieler Salze gehört; theils wirken sie endlich rein physisch, indem sie die physischen Eigenschaften des Erdreichs verbessern, wohin die Wirkung des Sands, Thons, gewisser Mergelarten und der unauflöslichen Stoffe des Mineralreichs überhaupt gehört. — Da durch sie einem Boden nicht unmittelbar organische Stoffe mitgetheilt werden, sondern sie gewöhnlich nur dessen Thätigkeit vermehren, so müssen sie abwechselnd mit der Düngung durch organische Stoffe angewandt werden, indem der Boden sonst durch sie nach und nach seiner organischen düngenden Stoffe beraubt (ausgemergelt) wird, ein Ausdruck, welcher von der Wirkungsart dieser Düngungsmittel hergenommen ist.

Mineralische Düngungsmittel, welche vorzüglich die Thätigkeit des Bodens erhöhen.

§. 185. Sie veranlassen vorzüglich dadurch größere Fruchtbarkeit, daß sie die schwer oder oft ohne ihren Zusatz völlig unauflöslichen organischen Stoffe und Humustheile überhaupt löslich machen und in ein für die Pflanzen wohlthätiges Nahrungsmittel umändern; zugleich werden sie auch selbst von den Pflanzen zum Theil absorbirt, wodurch sie diesen auch selbst wenigstens theilweise als Reizmittel und Nahrungsmittel dienen. Es gehören dahin vorzüglich der gebrannte Kalk, kohlensaure Kalk, Mergel und die Asche.

Der gebrannte Kalk.

§. 186. Der Kalk hat in seinem gebrannten Zustand die Eigenschaft, die organischen Ueberreste schneller zu zersetzen, und in einen für die Pflanzen tauglichen Dünger umzuwandeln; es bildet sich dadurch humussaure Kalkerde (§. 58. der Agronomie), die auf die Vegetation vorzüglich düngend wirkt.

Der ätzende Kalk wird zu diesem Zweck theils den schwerer sich zersetzenden Düngerarten selbst zugesetzt, oder er wird auch im fein pulverisirten Zustand unmittelbar auf die Felder selbst ausgestreut; um ihn in diesem feinen Zustand zu erhalten, läßt man ihn zuvor unter einer leichten Bedeckung (etwa unter einer, einen Zoll dicken

Erddecke) zerfallen. Seine Anwendung eignet sich vorzüglich besser auf schwere, viele vegetabilische Ueberreste enthaltende Bodenarten, weniger auf trockene, hitzige und Sandböden.

Bei seiner Anwendung hat man sich sehr zu hüten, einem Erdreich nicht zu viel zuzusetzen, in welchem Fall er leicht ätzend auf die Pflanzen selbst wirkt und Unfruchtbarkeit zur Folge haben kann; aus demselben Grund darf er einem Erdreich nicht in größern, knolligen Stücken zugesetzt werden, sondern dieses muß in möglichst fein zertheiltem Zustand geschehen; gewöhnlich nimmt man auf Kleefelder und schweres Land 10 bis 12 mal mehr pulverisirten Kalk, als Kleesamen; auf leichteres Land 8 bis 10 mal mehr. — Eine 2te Vorsicht ist, daß solcher Kalk keine Bittererde enthalten darf, welche im gebrannten Zustand nachtheilige Wirkungen auf die Vegetation besitzt, wovon schon oben §. 40. näher die Rede war.

Der kohlensaure Kalk.

§. 187. Der kohlensaure Kalk kommt in seinen wesentlichen Eigenschaften in Beziehung auf den Humus mit dem caustischen Kalk überein, namentlich hat er mit diesem die Eigenschaft gemein, mit Humussäure eine im Wasser etwas auflösliche Verbindung einzugehen; nur wirkt er in allen Verhältnissen schwächer und langsamer, als der gebrannte Kalk, er besitzt keine ätzenden Eigenschaften, und seine Auflöslichkeit ist weit geringer; er kann daher ohne Nachtheil für die Pflanzen auch in größerer Menge angewandt werden; durch seine Einwirkung auf den Humus erhöht er vorzüglich die Thätigkeit von Bodenarten, welche bei fehlendem Kalk vielen schwerauflöslichen Humus besitzen; die wohlthätige Wirkung der meisten Mergelarten beruht vorzüglich auf dem Kalkgehalt derselben.

Bei Bodenarten, welche nicht schon selbst Kalk beigemengt enthalten, zeigt sich schon eine geringe Beimengung von Kalk sehr wohlthätig; Davy fand in mehreren sehr vorzüglichen Bodenarten Englands nur 3 bis 5 Proc. kohlensauren Kalk; Thaer fand in Norddeutschland 4 Proc. kohlensauren Kalk, als das beste Verhältniß; Puvis fand in Frankreich in den fruchtbarsten Ackererden der Umgebungen von Lille nur 1½ bis 3 Proc. kohlensaure Kalkerde; auch ich fand im südlichen Deutschland nicht selten sehr fruchtbare Böden mit diesem geringen Kalkgehalt, obgleich andere auch wieder mehr enthielten; mehrere Belege dafür enthalten auch die oben im vorigen Abschnitt S. 127 bis 134 mitgetheilten Bodenanalysen.

Außer der chemischen Einwirkung des Kalks sind zugleich seine physischen Verhältnisse zu berücksichtigen, welche je nach der verschiedenen Feinheit seines Korns nach dem §. 113. oben Erwähnten sehr verschieden sein können. Besitzt das durch kohlensauren Kalk zu verbessernde Erdreich eine große Consistenz und große wasserhaltende Kraft: so ist die Anwendung von Kalksand zweckmäßiger, in welchem Fall verhältnißmäßig mehr Kalk zuzusetzen ist, indem vorzüglich nur der feinere abschlämmbare Kalk in chemischer Beziehung

auf die Thätigkeit des Bodens schneller einwirkend ist; besitzt das zu verbessernde Erdreich dagegen selbst schon eine geringe Consistenz und wasserhaltende Kraft: so wird die Anwendung eines feinen pulverförmigen Kalks Vorzüge besitzen.

Vom Mergel.

§. 188. Die Mergel, von deren verschiedener Zusammensetzung schon oben §. 47. näher die Rede war, sind gewöhnlich auf doppelte Art auf die Fruchtbarkeit eines Erdreichs einwirkend; durch ihren Kalkgehalt wirken sie chemisch, durch die verschiedene Feinheit und Art ihres Korns mehr physisch.

Die Zusammensetzung der Mergel- und Bodenarten ist so mannigfaltig verschieden, daß sich nur durch wirkliche Prüfung der physischen und chemischen Eigenschaften eines Mergels im Einzelnen ergeben kann, ob er auf ein zu verbesserndes Erdreich wirklich mit Vortheil angewandt werden kann.

Man glaubte lange, daß ein fruchtbares Erdreich eine bedeutende Menge Kalk zur Fruchtbarkeit bedürfe, ältere agronomische Schriftsteller nahmen mit Unrecht an, daß $\frac{3}{8}$ Kalk, $\frac{3}{8}$ Kieselerde und $\frac{2}{8}$ Thon die bessern Bodenarten bilde; neuere, in verschiedenen Ländern angestellte Beobachtungen (siehe vorig. §.) ergeben vielmehr, daß schon wenige Procente Kalkerde hierzu völlig hinreichend sind, und daß man sich daher nur unnöthige Mühe und Kosten verursachen würde, einem Erdreich, welches etwa schon 4—5 Proc. Kalk enthält, durch einen Mergel noch mehr Kalk zuführen zu wollen, wenn man anders nicht durch einen solchen Mergel mehr die physischen, als chemischen Eigenschaften eines Erdreichs zu verbessern wünscht.

Thaer räth, auf einen Magdeburger Morgen etwa 18 Fuhren von 18 Cubikfuß rheinisch eines Mergels, welcher etwa 25 Proc. Kalk enthält, fahren zu lassen; nimmt man die Ackerkrume im Mittel 4 Zoll tief an, so würde dieses etwas mehr als $2\frac{1}{2}$ Proc. Kalkgehalt geben.

Die nähern Verhältnisse ergeben sich aus folgender Berechnung:

Wünscht man einer Ackererde 3 Proc. Kalk zu geben, so würde jede Schicht der Ackererde von 1 Zoll Mächtigkeit eine Mergellage von $\frac{3}{100}$ Zoll Dicke erfordern, wenn der Mergel aus reinem kohlensauren Kalk bestünde, und man würde, um die ganze Lage Mergel zu finden, die auf den Boden gebracht werden müßte, nur nöthig haben, $\frac{3}{100}$ Zoll so oft zu nehmen, als die Ackerkrume Tiefe hat. Da aber der Mergel außer Kalk immer noch andere Bestandtheile hat, so muß er auch im Verhältniß um so viel dicker aufgeführt werden, um so weniger er von demselben enthält; enthält er nur 90, 80, 70, 60, 50, 40, 10 u. s. w. Procent kohlensauren Kalk, so muß die Menge des Mergels in umgekehrter Ordnung in diesem Verhältniß, das heißt, von 10, 40, 50, . . . 90 Procent zunehmen.

Ist die Menge Mergel, welche auf eine 1 Zoll tiefe Ackerkrume gehört, bekannt, so muß man dieselbe mit 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 u. s. w. multipliciren, je nachdem sie 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 u. s. w. Zoll tief ist, um die auf die ganze Ackerkrume nöthige Quantität zu finden.

Da nicht jeder sich die Mühe nimmt, diese Rechnung zu machen, so berechnete Puris folgende Tabelle *) für ein franz. Hektäre in Pariser Cubikschuh. Ein franz. Hektäre ist = 3,91 Magdeburger = 3,17 würtemb. Morgen, wodurch die Reduction auf irgend eine andere deutsche Morgenzahl leicht vorgenommen werden kann. Ein Karren (ein zweiräderiges Fuhrwerk zu einem Pferd) faßt gewöhnlich 10 Cubikfuß Mergel, wodurch sich die Zahl der Fuhren leicht finden läßt. Die Zahlen dieser Tabelle bezeichnen die Menge der Cubikschuhe des aufzuführenden Mergels; enthält z. B. ein Mergel 80 Proc. Kalk, so wird man auf die Fläche eines Hektärs 1480 Cubikschuh oder 148 Karren aufzuführen nöthig haben, um den Kalkgehalt des Erdreichs auf die Tiefe von 5 Zoll um 8 Proc. zu erhöhen.

Wenn 100 Theile Mergel an kohlensaurer Kalkerde enthalten	Anzahl der Cubikfuß Mergel, welche auf eine Ackerkrume nöthig sind, wenn die Tiefe derselben ist						
	3 Zoll	4 Zoll	5 Zoll	6 Zoll	7 Zoll	8 Zoll	10 Zoll
10 Theile . .	7106	9474	11842	14212	16580	18948	23684
20 Theile . .	3553	4737	5921	7106	8290	9474	11842
30 Theile . .	2368	3158	3947	4736	5527	6316	7894
40 Theile . .	1776	2368	2860	3552	4114	4736	5720
50 Theile .	1420	1880	2350	2840	3290	3760	4700
60 Theile . .	1178	1570	1962	2356	2748	3140	3924
70 Theile . .	1020	1360	1700	2040	2380	2720	3400
80 Theile . .	888	1184	1480	1776	2072	2368	2960
90 Theile . .	775	1032	1292	1550	1809	2064	2584
100 Theile . .	710	947	1184	1421	1658	1894	2368

Von Thonmergel kann man auf einen sehr leichten Boden mit Nutzen mehr, auf einen thonigen Boden dagegen weniger aufführen.

Der Kalkgehalt vermindert sich bei guter Vegetation jährlich etwas (siehe oben S. 134 der Agronomie); nach 15 bis 20 Jahren ist daher gewöhnlich eine zweite Mergelung nöthig; nur eine genaue Untersuchung des Bodens kann dieses jedoch näher lehren; in Boden, wo reine Braache gehalten wird, wird der Kalk weniger schnell verzehrt. — Bei einer solchen 2ten Mergelung ist jedoch gewöhnlich die Hälfte des zuerst angewandten Mergels hinreichend.

*) Diese Tabelle erschien vor einigen Jahren in den Möglinischen Annalen der Landwirthschaft im 25. Bde. S. 442, Jahrg. 1825; wir theilen sie hier nach denselben Grundsätzen etwas weiter berechnet mit.

Anm. Böden, welche zu viel kohlensauren Kalk enthalten, oder wo wirklich schon zu viel Mergel aufgeführt wurde, wirkt weiteres Aufführen von Mergel nicht; dagegen erhöht sich die Thätigkeit solcher Bodenarten sehr, wenn zugleich Dünger aufgeführt wird.

Von der Asche.

§. 189. Asche, welche durch das Verbrennen der gewöhnlichen Landpflanzen gewonnen wird, enthält vorzüglich kohlensaures Kali mit kohlensaurer Kalkerde, einigen andern Erden, Salzen und etwas Metalloxyden; sie ist als Düngungsmittel vorzüglich durch ihren Kali- und Kalkgehalt wirksam. Das Kali löst noch leichter, als der Kalk, die Humustheile, und zersetzt auch leichter die thierischen und vegetabilischen Ueberreste des Bodens, während es zugleich selbst als wesentlicher Bestandtheil vieler Pflanzen in deren Säfte übergehend ist; es wirkt daher in verschiedenen Beziehungen vorzüglich wohlthätig auf Bodenarten, welche schwerauflösliche organische Stoffe enthalten; es wirkt dem Kalk im Allgemeinen ähnlich, ist jedoch wirksamer, als dieser.

Ausgelaugte Holzasche hat zwar ihr Kali verloren, bildet aber demungeachtet durch ihren Kalkgehalt und andere, oft zufällige Beimengungen noch ein gutes Düngungsmittel, namentlich gehört dahin die Seifensiederasche, welche außer vielem Kalk oft noch Salze und andere Abfälle von Seifensiedereien enthält.

Die Torf- und Steinkohlenaschen enthalten kein kohlensaures Kali; sie enthalten aber verhältnißmäßig mehr Salze, deren Menge übrigens je nach den verschiedenen Torf- und Steinkohlenarten wiederum sehr verschieden ist; sie enthalten kohlensauren Kalk, Gyps, phosphorsauren Kalk, Glaubersalz, Kochsalz; zuweilen auch Eisenvitriol und einzelne Salze, die mit mehr oder weniger Erden gemischt sind. Sie wirken daher durch ihre Salze mehr reizend, den folgenden Düngungsmitteln ähnlicher auf die Vegetation; sie werden daher auch in einigen Gegenden wie Gyps auf die Felder ausgestreut.

Mineralische Düngungsmittel, welche vorzüglich reizend auf die Vegetabilien wirken.

§. 190. Es gehören hierher diejenigen Düngungsmittel des Mineralreichs, welche nicht sowohl durch Vermehrung der Thätigkeit des Bodens, dessen Gemengtheile sie etwa auflöslicher machten, sondern vielmehr durch unmittelbare Einwirkung auf die Pflanzen selbst durch Einwirkung auf deren Vegetationsthätigkeit Wachsthum und Fruchtbarkeit erhöhen; es gehört dahin die Wirkung des Gypses und der eigentlichen Salze.

Vom Gypse.

§. 191. Der Gyps wird als Ueberstreuungsmittel vorzüglich bei Klee und überhaupt bei Pflanzen mit Schmetterlingsblüthen,

bei Luzerne, Esparsette, Wicken angewandt; auch auf kohlartige und andere breitblättrige Gewächse ist er noch wirksam; schwächer wirkt er auf Getreidearten. Er zeigt sich am wirksamsten, wenn er bei windstiller Witterung nach einem starken Thau in den Morgen- oder Abendstunden auf die Felder ausgestreut wird; Regen und Wind schwächen und verhindern seine Wirkung; er wird durch sie von den Blättern zu schnell entfernt. Gebrannter Gyps zeigt sich wirksamer, als ungebrannter *), wahrscheinlich weil er im gebrannten Zustande weit leichter gleichförmig fein pulverisirt werden kann, und sich dann seine einzelnen Theilchen durch diese gleichförmigere feinere Vertheilung leichter auflösen und zersetzen können; vor dem Gebrauche muß der gebrannte Gyps etwas an der Luft gelegen sein, indem er sich sonst zu schnell mit dem auf den Gewächsen befindlichen Wasser verbindet, und diese mit einer Kruste überzieht.

Das Nähere seiner Wirkungsart scheint auf seiner Löslichkeit in Wasser und Zersetzbarkeit in Berührung mit organischen Stoffen zu beruhen, wovon schon oben näher im §. 76. die Rede war.

Alkalische und leicht auflösliche Salze überhaupt.

§. 192. Die meisten in Wasser leicht auflöslichen Salze haben die Eigenschaft, in geringer Menge und gleichförmig vertheilt angewandt, wohlthätig auf die Pflanzen zu wirken, während sie, in größerer Menge angewandt, leicht völlige Unfruchtbarkeit zur Folge haben; mehrere schwefelsaure Salze zeigen sich so, namentlich dem Gyps ähnlich angewandt, diesem ähnlich wirkend; die wohlthätigen Wirkungen des Gypses vor mehreren andern Salzen scheinen zum Theil darin zu bestehen, daß er sich wegen seiner Schwerauflöslichkeit nicht so leicht in einer für die Pflanzen schädlichen zu großen Menge auflösen kann. In der Nähe von Salinen werden verschiedene Dungsalze längst mit Vortheil zur Verbesserung der Felder benutzt; sie bestehen gewöhnlich aus einem Gemenge verschiedener Salze, unter welchen das Kochsalz vorherrschend ist; oft sind sie zugleich innig mit thonigen Erden, nicht selten auch mit Gyps gemengt. Im Allgemeinen ertragen thonige, vielen Humus enthaltende Bodenarten eine größere Menge salziger Beimengungen, hitzige, trockne Bodenarten weniger. Die einzelnen Salze zeigen in dieser Beziehung in ihren Wirkungen viele Verschiedenheiten, von welchen schon oben bei den Salzen, als zufälligen Gemengtheilen des Bodens (§. 76. bis §. 102.), näher die Rede war.

Metallische Salze.

§. 193. Die Metallsalze wirken in der Regel schädlich und einige selbst giftig auf die Vegetation; die Pflanzen sterben leicht ab, wenn sie von ihnen in einiger Menge absorbirt werden; be-

*) Nähere vergleichende Versuche hierüber finden sich in André's ökonomischen Neuigkeiten. Jahrg. 1822. Th. 22. S. 59.

kannt ist: dieses namentlich von den Salzen des Kupfers, Eisens, Arseniks, Quecksilbers und mehrerer andern Metalle; Demungeachtet werden einzelne Metallsalze längst in einzelnen Gegenden angewandt, um das Getreide gegen gewisse Krankheiten zu schützen, oder überhaupt dessen Wachsthum zu befördern.

So ist es in manchen Gegenden üblich, das Getreide vor der Aussaat in Kupfervitriol- oder Eisenvitriolauflösung einzuweichen (einzubeizen), und die damit getränkten Körner auszusäen, um sie gegen den Brand zu sichern. Die Metallsalze werden bei dieser Anwendungsart nur in sehr geringer Menge dem Erdreich beigemischt, und wirken in diesem höchst verdünnten Zustande wahrscheinlich blos den übrigen Salzen ähnlich, als ein gelindes Reizmittel; sie könnten vielleicht zugleich die Nebenwirkung besitzen, Insecten und Würmer von den keimenden Samen leichter entfernt zu erhalten, welchen diese Metallsalze gleichfalls zuwider sind. — Selbst Arsenik zeigt sich, in sehr geringer Menge fein auf die Felder ausgestreut, nicht schädlich, sondern nach nähern Versuchen, welche hierüber Lampadius anstellte *), für gewisse Pflanzen, namentlich für Roggen, selbst wohlthätig.

Mineralische Düngungsmittel, welche vorzüglich durch Verbesserung der physischen Verhältnisse des Bodens wirksam sind.

§. 194. Zu diesen reiner auf physische Art wirkenden Verbesserungsmitteln gehören alle, welche vorzugsweise die physischen Verhältnisse des Bodens abändern, während sie in chemischer Beziehung nur einen geringen oder wenigstens nur sehr untergeordneten Einfluß haben; es gehören daher hier vorzüglich Thon, Sand und gewisse Mergelarten; theilweise gehören auch manche der oben erwähnten organischen Düngungsmittel hierher, indem sie außer ihrer wirklich nährenden, düngenden Wirkung zugleich auch die physischen Verhältnisse eines Erdreichs mehr oder weniger abändern, und bei ihrer Anwendung immer auch zugleich auf diese Verhältnisse Rücksicht zu nehmen ist.

Vom Thon als Düngungsmittel.

§. 195. Bei der Anwendung des Thons als Verbesserungsmittel ist sehr der gewöhnlich in der Natur vorkommende Thon von dem künstlich zuvor ausgeglühten zu unterscheiden.

Wird gewöhnlicher Thon einem Erdreich zugesetzt, so nehmen vorzüglich Consistenz, Bindigkeit und wasserhaltende Kraft des Erdreichs zu; er wird daher vorzüglich nur auf solche Bodenarten wohlthätig wirken, welche eine geringe Consistenz haben und leicht an Feuchtigkeit Mangel leiden; Sandböden und sogenannte leichte Böden überhaupt können daher vorzüglich durch ihn verbessert werden.

*) Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie, 2. Bd. S. 414.

Enthält das zu verbessernde Erdreich schon hinreichend Kalk, so wird man reinen Thon zu dieser Verbesserung anwenden können; ist aber dieses nicht der Fall, so wird man einen kalkhaltigen Thon und wirklichen Thonmergel zu diesem Zweck vorziehen.

Geglühter Thon.

Wesentlich verschieden zeigt sich in dieser Beziehung die Wirkung des geglühten Thons, seine physischen Eigenschaften werden durch die Glühhitze für die Dauer verändert, er erhält durch höhere Oxydation seines Eisenoxyds gewöhnlich eine röthliche Farbe, seine wasserhaltende Kraft vermindert sich bedeutend, die Verhältnisse seiner Consistenz ändern sich völlig; wird er in kleinen Stücken geglüht, oder nach dem Glühen in diese zerstoßen (pulverisirt), so bildet er ein lockeres Erdreich, welches das Wasser zwar leicht in seine Zwischenräume aufnimmt, ohne aber dadurch in ein schweres, consistentes Erdreich, wie ungeglühter Thon überzugehen. — Versuche, welche ich in dieser Beziehung mit verschiedenen Thonarten, mit Letten und reinem weißen Thon (Pfeifenerde) anstellte, zeigten mir, daß die wasserhaltende Kraft, welche bei reinen Thonarten von 70 bis 87 Proc. steigt, sich durch das Glühen um 15, 20 bis 24 Proc. vermindert; sie erhalten durch das Glühen für die Dauer eine wasserhaltende Kraft, welche 46, 50, 60 — 65 Proc. beträgt; erstere zeigt der nach dem Glühen nur grob zerstoßene Thon, letztere der feiner pulverisirte. Vergleichen wir diese wasserhaltende Kraft mit den oben §. 114. mitgetheilten Untersuchungen, so kommt sie mit der wasserhaltenden Kraft der fruchtbarsten Bodenarten unseres Climas überein. Nicht weniger wichtig sind die Veränderungen, welche der Thon durchs Glühen in seiner Consistenz erleidet. Der schwerste Thon, welcher im ungeglühten Zustand eine Consistenz von 100° der oben §. 117. gebrauchten Scala besitzt, vermindert diese durchs Glühen bis auf 8, 9—10°, wenn er nach dem Glühen fein pulverisirt und auch möglichst dicht mit wenig Wasser zusammengeknetet wird; er erhält daher eine Consistenz, wie sie vorzüglich lockern, übrigens oft sehr fruchtbaren Bodenarten zukommt.

Versuche über die Wirkungsart d. geglühten Thons.

Es erklärt sich aus dieser doppelten Veränderung, welche der Thon durchs Glühen erleidet, warum er etwa nicht blos auf schwere Thonböden, sondern auch auf leichte Sandböden günstige Wirkungen äußern kann; er wirkt auf den Thonboden vorzüglich günstig durch Besserung seiner Consistenz, auf den Sandboden durch Vermehrung der wasserhaltenden Kraft und Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Atmosphäre zu absorbiren.

In neuesten Zeiten wurde der geglühte Thon namentlich von Beatson in England als ein wirksames Düngungsmittel empfohlen, der selbst alle organischen Düngungsmittel entbehrlich machen soll *), namentlich auf nassen, schweren Thonböden soll er sich wohlthätig zeigen.

---

*) Beatson, neues Ackerbausystem ohne Dünger, Pflug und Braache, übersetzt von Haumann. Ilmenau 1828.

Beatson läßt gewöhnlich auf einen englischen Acre (von 43,560 Quadratschuh, oder nahehin einem magdeburgischen Morgen) 20 Karren, oder 320 Bushel (1 Bushel = 1 Cubikschuh 450 Cubikz.) gebrannten Thon ausstreuen; auf ein Feld wandte er seit 6 Jahren diesen gebrannten Thon statt alles andern Düngers mit gutem Erfolg an. Lampadius stellte in dieser Beziehung vor Kurzem einige vergleichende Versuche an *), wodurch sich im Allgemeinen diese wohlthätigen Wirkungen des Thons bestätigten, ob sich gleich ein mit organischem Dünger gedüngtes Feld bedeutend fruchtbarer zeigte; auch Sandboden wurde bei diesen Versuchen durch Beimengung von geglühtem Thon fruchtbarer; es wurden zu diesem Zweck auf 1000 Quadratschuh Ackerland 10 Leipz. Cubikfuß mäßig geglühter Thon ausgestreut **).

Diese günstigen Wirkungen dürften sich genügend aus den oben vom geglühten Thon erwähnten Eigenschaften erklären; erst mehrere Jahre fortgesetzte Versuche können zeigen, in wie weit diese Thondüngung vielleicht abwechselnd mit der grünen Düngung der auf solchen Böden erzielten Pflanzen weitern organischen Dünger entbehrlich machen könne.

Vom Sand als Verbesserungsmittel.

§. 196. Die Verbesserung durch Sand ist vorzüglich bei schweren thonreichen Bodenarten anwendbar; durch seine Beimengung werden Consistenz und wasserhaltende Kraft vermindert.

Besitzt das zu verbessernde Erdreich schon an sich hinreichend Kalk, so werden reiner Quarzsand, oder überhaupt zu Sand verwitterte Gebirgsarten ohne allen Kalkgehalt zu diesem Zweck gut anwendbar und unter manchen Verhältnissen selbst besser sein, als Kalksand, indem dieser nach und nach in feine Kalkerde verwittert und seine wohlthätige Wirkung als Sand dadurch verloren geht; besitzt dagegen das zu verbessernde Erdreich keinen, oder nur wenig Kalk, so wird ein Sand, der zugleich Kalksand beigemengt enthält, vorzuziehen sein; in Gegenden, in deren Nähe Kalkgebirge vorkommen, oder welche auf Kalkgebirgsarten selbst liegen, sind solche kalkhaltige Sandarten sehr häufig vorkommend.

Besteht ein Sand vorherrschend aus erhärteten Thontheilchen, aus kleinen Schieferstückchen, dichtem Thonmergel und ähnlichen Gebirgsarten, so ist vor Anwendung eines solchen Sandes sehr zu prüfen, ob er auch für die Dauer diese lockere Form, geringe Con-

*) Erdmanns Journal für technische und ökonomische Chemie, Jahrg. 1829. 5ter Bd. S. 35 und 6ter Bd. S. 347.

**) Lampadius fortgesetzte Versuche mit Ziegelmehl, siehe Erdmanns Journ. f. pr. Chemie. Bd. V. Hft. 1, Bd. VIII. Heft 4, Bd. XIII. Heft 2, Bd. XV. Heft 4. Das hieher gehörige Hauptresultat dieser Vers. war: „Daß das Ziegelmehl in der düngerarmen Ackerkrume der Freiberger Umgegend das Wachsthum der Kartoffeln beinahe so gut, wie animalisch-vegetabilischer Dünger beförderе."

sitenz und wasserhaltende Kraft behält, indem man ihn einige Zeit der Verwitterung aussetzt, und namentlich im Winter, mit Wasser benetzt, wiederholt durchfrieren läßt. Solche Sandarten gehen zuweilen in wenigen Jahren in schwere Thonböden über, wodurch die damit versetzten Bodenarten in ihren physischen Eigenschaften leicht schlechter, statt besser werden könnten.

Anwendbarer sind solche nach und nach verwitternde Sandarten zuweilen in bergigen Gegenden, namentlich in Weinbergen, welche bei Neigung gegen Süden ohnehin leichter an Feuchtigkeit Mangel leiden; bei abhängiger Lage und wiederholter Bearbeitung des Bodens wird der sich durch Verwitterung bildende feine Thon durch Regengüsse nach und nach wieder ausgespült und in die Tiefe geführt, während die lockern sandartigern Erdtheilchen vorzugsweise zurückbleiben. In den Weingegenden der Keuperformation des südwestlichen Deutschlands läßt sich diese Erscheinung oft beobachten.

Es ergiebt sich übrigens hieraus, daß bei diesen Verbesserungen durch Sand alle die Verhältnisse zu berücksichtigen sind, welche oben im 1sten Abschnitt der Agronomie §. 16. bis 19. von den verschiedenen Sandarten näher erwähnt wurden. Bei jeder solchen Verbesserung wird zuerst durch Versuche im Kleinen zu prüfen sein, wie viel Sand dem zu verbessernden Erdreich zugesetzt werden muß, um ihm die gewünschten bessern Eigenschaften mit Gewißheit zu ertheilen.

Sechster Abschnitt.

Bestandtheile der für Land- und Forstwirthschaft und Gewerbe überhaupt wichtigern Producte des Pflanzenreichs.

§. 197. Wir werden in diesem Abschnitt diejenigen Producte des Pflanzenreichs näher betrachten, welche für die Land- und Forstwirthschaft und die damit in Verbindung stehenden Gewerbe zunächst von Interesse sind; viele für die Landwirthschaft wichtigen Pflanzenproducte sind es auch für die Forstwissenschaft, und umgekehrt, so daß zwischen beiden keine genaue Trennung möglich ist. — Wir werden in der ersten Abtheilung dieses Abschnitts die Bestandtheile der Getreidearten, Gräser, der verschiedenen Hülsenfrüchte und Futterkräuter, der Kartoffeln, Rübenarten, Oelgewächse und Obstarten näher betrachten und auf sie in der 2ten Abtheilung die für die Forstwirthschaft im engern Sinn des Worts wichtigern Producte des Pflanzenreichs folgen lassen, die Bestandtheile der Bäume und Holzarten überhaupt und der Producte, welche sich aus ihnen im Großen gewinnen lassen, ihren Gehalt an Harz und Gerbstoff,

mit aus ihnen zu ziehenden Theer und Holzessig, ihren Gehalt an Kohlenstoff, die Bestandtheile ihrer Asche, die Zusammensetzung der Torfarten.

Erste Abtheilung.

Bestandtheile der, für die Landwirthschaft wichtigern Producte des Pflanzenreichs.

§. 198. In landwirthschaftlicher Beziehung ist es nicht genügend, blos die entferntern oder Grundbestandtheile der Vegetabilien, ihren bildenden Elementen nach, zu kennen, die vorherrschend aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff bestehen, wir müssen vielmehr ihre nähern Bestandtheile kennen lernen, welche sich aus ihnen zum Theil schon durch mechanische Operationen abscheiden lassen, ohne daß ihre organische Beschaffenheit dadurch merklich gestört wird; ihren Gehalt an Stärkemehl, Kleber, Pflanzeneiweiß, an Gummi, Schleim, an Oelen, an Zuckerstoff, Harzen, an nahrhaften Stoffen überhaupt; von diesen Stoffen in ihrem reinern Zustand war schon oben einzeln im 7. Abschnitt der Agriculturchemie näher die Rede; sie können größtentheils nur auf nassem Wege aus den Pflanzen abgeschieden werden, bei einer Temperatur, welche den Siedepunkt des Wassers nicht übersteigt, indem jede höhere Temperatur eine Veränderung ihrer Grundmischung hervorbringt; bei der Abscheidung mancher, wie bei der Stärke und dem Eiweiß, darf anfangs selbst nur kaltes Wasser angewandt werden, indem sich die Stärke durch die Siedhitze sogleich in Kleister verwandelt und das Eiweiß dadurch in Wasser unauflöslich wird. Ist die Menge der nähern Bestandtheile bestimmt, so können dann erst auch ihre entferntern näher ausgemittelt werden, ihr Gehalt an Kohlenstoff und Gasarten durch Ausglühen in verschlossenen Behältnissen, ihr Gehalt an Alkalien, Erden, Metalloxyden und Salzen durch wirkliche Einäscherung.

Bestandtheile der Samen der Getreidearten.

§. 199. Die Bestandtheile der Getreidearten sind nach den §. 183. des vorigen Abschnitts mitgetheilten Erfahrungen etwas verschieden, je nachdem das Erdreich, auf welchem sie gebaut werden, verschieden fruchtbar ist und verschiedene Düngungsmittel enthält.

Um eine genaue Vergleichung der Bestandtheile der verschiedenen Getreidearten zu erhalten, würde es daher nöthig sein, die Samen solcher Getreidearten zu untersuchen, welche entweder auf demselben Boden oder auf Bodenarten erzielt wurden, welche ihrem Gedeihen am günstigsten sind; wir besitzen bereits über den Weizen, Roggen, Hafer und die Gerste solche vergleichende Untersuchungen von Hermbstädt, von den meisten übrigen nur einzelne Analysen, die uns aber demungeachtet zu nähern Vergleichungen dienen kön-

nen, indem vorausgesetzt werden kann, daß die Chemiker zu ihren Untersuchungen in der Regel vollkommen ausgebildete Samen wählten.

Bestandtheile des Weizens, Triticum sativum Pers.

§. 200. Die vorherrschenden Bestandtheile des Weizens sind Stärkemehl und Kleber; werden die von Hermbstädt für die häufiger im Großen angewandten Düngerarten erhaltenen Resultate auf Procente reducirt und aus diesen das Mittel gezogen, so enthalten 100 Theile Weizenkörner folgende Bestandtheile:

Bestandtheile	Bei der Düngung mit					Mittel dieser Analysen
	Rindsblut	Schafmist	Pferdemist	Kuhmist	Pflanzenerde	
Stärke	41,31	42,43	61,64	62,34	65,94	54,73
Kleber	34,24	32,90	13,68	11,96	9,60	20,47
Schleimzucker . .	1,88	1,50	1,68	1,98	1,98	1,80
Gummi	1,84	1,56	1,72	1,90	1,90	1,78
Eiweiß	1,06	1,30	1,12	1,00	0,80	0,85
Hülsensubstanz .	13,90	13,96	14,00	13,94	14,04	13,96
Getreideöl . . .	0,90	1,08	1,00	1,04	1,00	1,00
Saurer, phosphorsaurer Kalk .	0,52	0,72	0,76	0,50	0,59	0,59
Feuchtigkeit . .	4,30	4,28	4,34	4,22	4,22	4,27
Verlust . . .	0,06	0,08	0,06	0,04	0,06	0,06
Körnerertrag überhaupt . . .	14fältig	12fältig	10fältig	7fältig	3fältig	9fältig

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, daß unter den Bestandtheilen des Weizens vorzüglich die Menge der Stärke und des Klebers, je nach den Düngungsmitteln, sehr veränderlich ist, die Menge des erstern wechselt nach diesen und einigen weitern, schon oben Seite 170 mitgetheilten Erfahrungen von 39,3 bis 66,69 Proc., die des Klebers von 9,2 bis 35,1 Proc., durch die thierischen Düngungsmittel nimmt mit dem größern Körnerertrag überhaupt der Klebergehalt zu, während dagegen durch die an Pflanzenüberresten reichern Düngerarten mit der geringern Ergiebigkeit der Stärkemehlgehalt zunehmend, der Klebergehalt aber abnehmend ist. Höchstwahrscheinlich finden auch bei den übrigen Getreidearten entsprechende Verschiedenheiten statt.

Es werden von den Weizenarten sehr verschiedene Varietäten gebaut, deren Bestandtheile nach Boden und Clima selbst etwas veränderlich zu sein scheinen; wir theilen daher hier noch einige Analysen über die Hauptbestandtheile von Weizenarten aus verschiedenen Gegenden mit.

Weizenarten	Stärke	Kleber	Schleimzucker	Chemiker
Weizen aus dem Badischen	68,0	16,8	3,8	Katzenberger
Neapolitanischer Weizen	71,8	14,7	4,4	— —
Französisches Weizenmehl	75,0	8,0	etwas	Henry
Weizen aus Odessa . .	66,0	12,0	etwas	— —
Winterweizen in England	77,0	19,0	— —	Davy
Sommerweizen in England	70,0	24,0	— —	— —
Weizen aus der Barbarei	74,0	23,0	— —	— —
Weizen aus Sicilien . .	72,5	23,0	— —	— —
Weizenmehl in England	74,5	12,5	12,0	Proust.

Der letztere Chemiker fand darin zugleich 1 Proc. eines gelblichen harzigen Stoffs.

Eine vergleichende Analyse mehrerer in Paris in Gebrauch vorkommender Mehlarten von Weizen besitzen wir von Vauquelin *); die von ihm erhaltenen Resultate sind diese; 100 Theile des von Hülsen reinen Mehls enthielten folgende Bestandtheile:

Mehl von	Stärke	Kleber	Zucker	Klebergummi	Feuchtigkeit
Französischem Weizen	71,49	10,96	4,72	3,32	10
hartem Korn von Odessa	56,50	14,55	8,48	4,90	12
weichem Korn — —	62,00	12,00	7,56	5,80	10
dessen 2ter Sorte . .	70,84	12,10	4,90	4,60	8
dessen 3ter Sorte . .	72,00	7,30	5,42	3,30	12
Pariser Bäckermehl 1ste Sorte	72,80	10,20	4,20	2,80	10
2te Sorte desselben .	71,20	10,30	4,80	3,60	8
3te Sorte desselben .	67,78	9,20	4,8	4,60	12

Unter Klebergummi ist hier wahrscheinlich ein Gemeng von Gummi und Pflanzeneiweiß zu verstehen.

Es ergiebt sich aus diesen Analysen, daß die meisten dieser Mehlarten 10, 12 — 13 Proc. Kleber enthalten, was solchen Weizenarten der obigen Analysen am nächsten kommt, welche auf einem mit Kuhmist und Pferdemist gedüngten Boden erzielt wurden; im Großen werden diese Düngerarten in Verbindung mit vegetabilischen Ueberresten auch am häufigsten angewandt.

Bestandtheile des polnischen Weizens, Triticum polonicum L.

§. 201. Der polnische Weizen zeichnet sich durch Größe seiner Körner vor allen übrigen Weizenarten aus, eine Analyse desselben besitzen wir von Greif in Sinzheim (Verhandlungen des Großherzogl. Badischen landwirth. Vereins 1821. S. 31); 100

*) Journal de pharmacie Tom. VIII. pag. 51. und pag. 353.

Gewichtstheile der reifen Körner enthielten 82,6 feines Mehl, 8,2 Kleie und 9,2 Feuchtigkeit; das feinere Mehl selbst bestand in 100 Theilen aus

58,0 Stärke	12,2 zuckerartigem Extractivstoff
18,2 Kleber	2,2 Schleim
2,8 Eiweiß	6,6 Verlust.

Die Bestandtheile dieses Weizens nähern sich daher sehr dem gewöhnlichen Weizen.

Veränderung des Weizenmehls während des Keimens, Gährens und Brodbackens.

§. 202. Läßt man Weizenkörner keimen, so verlieren bei diesem Proceß nach Saussure's Versuchen 100 Theile Weizen 6 Theile Stärkemehl, an dessen Stelle 3,5 Theile Gummi und 2,5 Theile Zucker treten.

Läßt man Weizenmehl gähren und zu Brod backen, so zeigen sich nach einer vergleichenden Analyse des Weizenmehls und Weizenbrods von Vogel *) folgende Veränderungen; er fand in 100 Theilen.

im Weizenmehl	im Weizenbrod
68,0 Theile Stärke	53,50 Theile Stärke
24,0 — feuchten Kleber	20,75 — Kleber mit etwas Stärke
5,0 — Schleimzucker	3,60 — Schleimzucker
1,5 — Pflanzeneiweiß	18,00 — geröstete oder Gummistärke.

Der Stärkegehalt hatte sich daher durch die Gährung vorzüglich bedeutend geändert, am wenigsten der Zuckergehalt; wahrscheinlich wurde während der Gährung eine gewisse Menge Stärke in Zucker verwandelt und ein Theil des schon gebildeten Zuckers bei der Gährung zur Bildung von Kohlensäure, Alkohol und Wasserstoffgas verwandt. Bringt man gegohrnes Mehl in einem Destillirapparat in die zum Brodbacken nöthige Temperatur, so geht nach Grahams Versuchen **) eine Flüssigkeit über, welche 0,3 bis 1 Proc. des angewandten Mehls Alcohol enthält, welcher Alcoholgehalt sich jedoch sehr vermindert, wenn das in Gährung gesetzte Mehl vor dem Backen schon in sauren Zustand übergegangen war.

Nach Prousts Versuchen entwickeln sich aus einem Pfund Kleber bei der Gährung 78 Cubikzoll Kohlensäure und 68 Cubikzoll Wasserstoffgas; diese Luftarten entweichen zum Theil erst in dem Moment aus dem Brod, wo es aus dem Ofen genommen wird; es erklären sich hieraus die Erstickungszufälle, welche man schon hie und da in Zimmern beobachtete, in welchen viel heißes Brod aufgehäuft war.

*) Schweiggers Journal der Chemie, Bd. 18. S. 381.
**) Annales of Philosoph. Nro. 71. pag. 363.

Bestandtheile des brandigen Weizens.

§. 203. Der brandige Weizen enthält nach Fourcroy und Vauquelin 33,4 Proc. grünes, butterartiges, stinkendes Oel, 25,0 in Wasser, nicht im Weingeist lösliche thierische Substanz, welche durch Galläpfeltinktur und die meisten schweren metallischen Salze fällbar ist, 20 Kohle oder Moder, wovon seine schwarze Farbe herrührt, und etwas sauren phosphorsauren Kalk und phosphorsaures Bittererde-Ammoniak.

Bestandtheile des Dinkels, Triticum Spelta L.

§. 204. Die Bestandtheile des im südlichen Deutschland häufig gebauten Dinkels sind denen des Weizens sehr ähnlich; seine Körner enthalten verhältnißmäßig etwas weniger Hülsensubstanz, was Folge des dichtern Umschließens seiner Körner mit strohigten Spelzen zu sein scheint; in 100 Theilen der ganzen Körner fand Greif 12,4 Theile Kleie oder Hülsensubstanz. Analysen des reinen von Hülsen befreiten Mehls besitzen wir von Greif *) und Vogel **); der Erstere untersuchte Mehl aus der Gegend von Sinzheim in den untern Neckargegenden, Vogel das feinste weiße Mehl der Donaugegenden bei Ulm; 100 Theile dieser Mehlarten enthielten bei dem

Mehl aus Sinzheim		Mehl aus Ulm	
58,8	Theile Stärke	74,0	Theile Stärke
12,8	— Kleber	22,0	— feuchten Kleber
3,0	— Eiweiß	0,5	— Eiweißstoff
7,2	— Schleim	5,5	— Zucker
10,4	— zuckerartigen Extractivstoff	2,0	— Ueberschuß.

Ein würtemb. Scheffel von 8934,4 par. Cubikzoll wiegt im Mittel 158 Pfund; im enthülseten Zustand wechselt das Gewicht seiner Kerne je nach der verschiedenen Vollkommenheit des Samens von 248 bis 306 Pfund.

Bestandtheile des Emmers und Einkorns, Triticum dicoccon Schübl. und monococcon L.

§. 205. Diese beiden Getreidearten werden gleichfalls im südlichen Deutschland nicht selten im Großen gebaut; das Emmermehl ist rein weiß, seine enthülseten Kerne werden auch unter dem Namen Reisdinkel als Grütze benutzt; das Einkornmehl hat eine etwas gelbliche Farbe. Wir besitzen vom Prof. Zenneck eine nähere Untersuchung dieser beiden Getreidearten ***); 100 Theile des ungebeutelten Mehls enthielten beim

*) Verhandlungen des großherz. badischen landwirthschaftl. Vereins. 1821. 1. Heft S. 31.

**) Schweiggers Journal der Chemie, 18. Band. S. 381.

***) Schweiggers Journal der Chemie, 9. Band, S. 527, und 13. Band, S. 489.

Bestandtheile der gewöhnlichen Gerste, Hordeum vulgare L.

§. 208. Die Gerste enthält zwar im Allgemeinen den Roggen- und Weizenarten ähnliche Bestandtheile, unterscheidet sich jedoch von beiden durch bedeutend geringern Klebergehalt, welcher dieser Getreideart, nach Zennek's neuern Versuchen *), selbst ganz zu fehlen scheint; was Einhof und Proust früher für Kleber annahmen, bezeichnet nun Zennek durch oxydirten Extractivstoff; zugleich enthält diese Getreideart viel Gummi und Schleim; die nähern Analysen ergaben folgende Resultate; es enthalten 100 Theile

Gerstenmehl nach Einhof		Gerstenkörner nach Zennek	
67,18	Theile Stärke	69,84	Theile Stärke
7,29	— Faser	17,97	— Faser
3,52	— Kleber	0,31	— oxydirten Extractivst.
4,62	— Schleim	8,60	— Gummi u. Schleim
1,15	— Eiweiß	0,29	— Eiweiß
5,21	— Zucker	2,46	— Zucker
0,24	— phosphorsauren Kalk	0,61	— Harz

Die ganzen Gerstenkörner fand Einhof aus 70,05 Mehl, 18,75 Hülse und 11,2 Proc. Feuchtigkeit bestehend.

Nach Fourcroy und Vauquelin enthält das Gerstenmehl zugleich ein in Weingeist auflösliches grünlichbraunes dickes Oel von Fuselgeruch und Geschmack und etwas Essigsäure.

Wir besitzen von Einhof auch eine Analyse der unreifen, noch grünen Körner; sie gaben beim Zerdrücken eine milchigte, zähe Flüssigkeit und zeigten sich in 100 Theilen bestehend aus

14,58	Theilen Stärke	15,92	Theilen grüne Hülse mit Stärke
5,55	— Schleimzucker	2,63	— Seifenstoff
1,77	— Kleber	0,62	— Faser
0,45	— Eiweiß	52,09	— Wasser.

Das Eiweiß enthielt zugleich etwas phosphorsauren Kalk.

Bei einer neuern vergleichenden Analyse der auf verschieden gedüngtem Boden gebauten Gerste erhielt Hermbstädt **) näher folgende Resultate. 100 Theile der ganzen Gerstenkörnet von Hordeum vulgare zeigten sich in folgendem Verhältniß zusammengesetzt:

*) Correspondenzblatt des würtemb. landw. Vereins. Stuttgart, 12. Bd. 1827. S. 178.

**) Möglinische Annalen der Landwirthschaft, 22. Bd. 1828. S. 11 — 19.

Bei der Düngung mit	Rindsblut	Menschenkoth	Schafmist	Ziegenmist	Menschenurin	Pferdemist	Taubenmist	Kuhmist	Pflanzenerde	Ungedüngt
Feuchtigkeit . .	10,4	10,2	10,3	10,4	10,3	10,4	10,4	10,8	10,8	10,8
Hülsensubstanz	13,6	13,6	13,5	13,5	13,6	13,5	13,5	13,6	13,6	13,6
Kleber	5,7	5,8	5,7	5,7	5,9	5,7	5,6	3,3	2,9	2,9
Stärkemehl .	59,9	59,6	59,9	59,9	59,6	59,7	59,8	61,9	62,2	62,5
Getreideöl . .	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1
Eiweiß	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1
Schleimzucker	2,6	4,5	2,6	4,6	4,4	4,6	4,6	4,8	5,9	5,0
Gummiartiger Schleim . . .	4,4	4,3	4,4	4,5	4,4	4,5	4,5	4,6	4,8	4,7
Saurer, phosphorsaurer Kalk	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,4	0,4	0,3	0,1	0,1
Körnerertrag .	16-fältig	13-fältig	16-fältig	15-fältig	13,5-fältig	13-fältig	10-fältig	11-fältig	7-fältig	4-fältig

Stärke- und Klebergehalt zeigen sich daher bei der Gerste nach den verschiedenen Düngungsmitteln weniger veränderlich, als bei Weizen und Roggen, obgleich auch hier der Einfluß der Düngungsmittel nicht zu verkennen und namentlich im Körnerertrage im Ganzen gleichfalls sehr bedeutend ist.

Der aus der Gerste geschiedene Kleber ist weniger zäh, weniger gerinnbar in der Hitze und leichter mit Wasser mengbar, als der Kleber aus Weizen und Roggen; daher ihn auch Zenneck oben gar nicht als solchen bezeichnet.

Veränderung der Gerste durch die Keimung.

§. 209. Werden die Gerstenkörner vor und nach der Keimung einer vergleichenden Untersuchung unterworfen, so zeigen sich nach den Untersuchungen von Proust *) folgende Verschiedenheiten. 100 Theile enthalten in der

ungekeimten Gerste.			gekeimten Gerste als Malz		
Stärke	32	87	Stärke	56	68
Hordein	55		Hordein	12	
Kleber	3		Kleber	1	
gelbes Harz	1		Harz	1	
Schleimzucker	5		Schleimzucker	15	
Gummi	4		Gummi	15	

Wir ersehen hieraus, daß die Gerste durch den Keimungsproceß vorzüglich an den in Wasser löslichen gährungsfähigen Stoffen reicher wird, während sich dagegen ihr Gehalt an Stärkemehl be-

*) Annales de Chimie et de Pharm. V, 377.

deutend vermindert, wenn das Hordein als ein unreines mit Fasern noch gemischtes Stärkemehl angenommen wird (siehe oben §. 526. der Agriculturchemie), womit auch die neuern Versuche von Jennek und Guibourt übereinstimmen; die im Hordein enthaltene Stärke scheint sich durch den Keimungsproceß zum Theil von der Faser zu trennen, und ihre Abscheidung aus dem Malz daher leichter in einer größern Menge zu gelingen; in der ungekeimten Gerste gelingt es nach Jennek nur durch wiederholtes Auskochen mit Wasser, das Hordein vollkommen in Stärkemehl und Faserstoff zu zerlegen.

Rost der Gerste.

§. 210. Der Rost der Gerste scheint eine dem Brand des Weizens entsprechende Krankheit zu sein. Einhof fand in dem Rost der Gerste kein Stärkemehl, sondern einen vorzüglich aus Kohle bestehenden Stoff mit einer thierischen Materie und etwas Phosphorsäure; im befeuchteten Zustand wurde dadurch Lackmüspapier etwas geröthet.

Bestandtheile der nackten oder Himmelsgerste, Hordeum coeleste L.

§. 211. Die nackte Gerste ist in ihren Bestandtheilen etwas von der gewöhnlichen Gerste abweichend; sie enthält mehr dem Kleber und Pflanzeneiweiß entsprechende Theile, während sie dagegen weniger ausgebildete Stärke enthält. Einhof fand ihre Körner in 100 Theilen bestehend aus

35,00	Theile Stärke	10,34	Theile süßlicher Schleim
19,66	— graue eigenthümliche Substanz	17,25	— Hülsen
7,75	— Kleber mit Eiweiß	10,00	— wäßrige Stoffe.

Die ausgeschiedene graue Substanz war zwischen Stärke und Gallerte stehend, und sie scheint als eine unvollkommen ausgebildete Stärke angenommen werden zu können. Diese Gerste eignet sich daher weniger zur Stärkebereitung, als die gewöhnliche Gerste, dagegen hat sie vor dieser Vorzüge als Nahrungsmittel, zur Bereitung von Graupen und zum Bierbrauen; das aus ihr bereitete Bier soll sich dem Weizenbier nähern.

Bestandtheile des Hafers, Avena sativa L.

§. 212. Vom Hafer besitzen wir eine neuere vergleichende Analyse von Hermbstädt von verschieden gedüngtem Boden *); die Versuche wurden auf dieselbe Art angestellt, wie oben §. 183. beim Weizen; er fand 100 Theile der ganzen Körner in folgenden Verhältnissen zusammengesetzt:

---

*) Möglinische Annalen der Landwirthschaft. 22. Bd. 1828. S. 21 — 27.

Bei der Düngung mit	Rindsblut	Menschenkoth	Schafmist	Ziegenmist	Menschenurin	Pferdemist	Taubenmist	Kuhmist	Pflanzenerde	Ungedüngt
Feuchtigkeit . .	12,0	12,1	12,6	12,9	13,0	13,1	12,3	11,6	10,8	10,8
Hülsensubstanz	19,3	19,2	13,3	17,0	17,0	16,0	18,3	15,0	13,0	12,0
Kleber	5,0	4,6	4,0	4,3	4,4	4,0	3,2	3,1	2,0	1,9
Stärkemehl .	53,1	53,3	54,0	53,2	53,1	54,5	53,2	55,0	59,9	60,0
Getreideöl . .	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Eiweiß	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2
Schleimzucker	3,8	3,8	5,2	5,4	5,0	5,2	5,0	6,8	6,4	6,4
Gummiartiger Schleim . .	5,5	5,4	5,5	5,7	5,7	5,6	6,8	7,3	7,0	7,0
Saure, phosphorsaure Salze	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1
Körnerertrag .	12,5fältig	14,5fältig	14fältig	15fältig	13fältig	14fältig	12fältig	16fältig	13fältig	5fältig

Auch bei dem Hafer ist daher Stärke- und Klebergehalt je nach den verschiedenen Düngungsmitteln verschieden, ob sich gleich hier im Körnerertrag einige Abweichungen von den mit Weizen, Roggen und Hafer erhaltenen Resultaten zeigten; Kuhmist und Ziegenmist gab hier den größten Körnerertrag; eine merkwürdige Vermehrung in der Menge der Hülsensubstanz veranlaßten die stärker düngenden thierischen Stoffe, welches bei den 3 oben erwähnten Getreidearten nicht so der Fall war. Die aus dem Hafer ausgeschiedene kleberartige Substanz ist noch dünner, als die aus der Gerste ausgeschiedene; Hermbstädt schlägt zu ihrer Bezeichnung die Benennung Avenain vor.

Das Mehl des Hafers besitzt eine gelblich weiße Farbe und einen etwas schleimigtsüßlichen Geschmack; aus 100 Theilen Körner des gemeinen weißen Hafers erhielt Hermbstädt 57,8 Theile Mehl, 34,2 Hülse, 7,9 Theile verflüchtigten sich als Feuchtigkeit *).

Fixe Bestandtheile des Weizens, Roggens, der Gerste und des Hafers.

§. 213. Werden die Getreidearten völlig eingeäschert, so bleiben die fixen, im Feuer unzerstörbaren Stoffe zurück, welche vorzugsweis aus Erden und einigen Salzen bestehen; Schrader erhielt **) bei einer vergleichenden Analyse der Samen folgender Getreidearten in Vergleichung mit einer gleichen Menge Roggenstroh in 2 Pfunden derselben folgende Bestandtheile:

*) Siehe dessen agronomische Chemie. Berlin, 1817. S. 293.

**) Hermbstädts Archiv der Agr. Chemie. 2. Bd. S. 191.

Zwei Pfund enthielten	Weizen Gran	Roggen Gran	Gerste Gran	Hafer Gran	Roggenstroh Gran
Kieselerde	13,2	15,6	66,7	144,1	152,0
Kohlensaure Kalkerde	12,6	13,4	24,8	33,7	46,8
Kohlensaure Bittererde	13,4	14,2	25,3	33,9	28,2
Thonerde	0,6	3,2	4,2	4,5	3,2
Eisenoxyd	2,5	0,9	3,8	4,5	2,4
Manganoxyd . . .	5,0	1,4	6,7	6,9	6,8

Gerste und Hafer enthalten daher auffallend mehr Kieselerde, als die übrigen Getreidearten, was Folge ihrer strohigten Hülsen zu sein scheint; das ausgebildete Stroh selbst ist am reichsten an Kieselerde; nach Saussure's Untersuchungen enthält die Asche der Getreidearten zugleich einige phosphorsaure Erden.

Bestandtheile des Reißes, Oryza sativa L.

§. 214. Der Reiß zeichnet sich durch seinen großen Stärkegehalt vor den bei uns gewöhnlich cultivirten Getreidearten aus; bei einer vergleichenden Analyse der 2 gewöhnlich im Handel zu uns kommenden Arten fand Braconnot *) in 100 Theilen der reifen Körner folgende Bestandtheile.

Reiß von	Carolina	Piemont
Stärke	85,07	83,80
Kleber	3,60	3,60
Markigtes Gewebe . .	4,80	4,80
Unkrystallisirbarer Zucker	0,29	0,05
Gummiartiger Stoff .	0,71	0,10
Ranziges fettes Oel .	0,13	0,25
Phosphorsaure Kalkerde	0,40	0,40
Wasser	5,00	7,00

Zugleich fanden sich darin Spuren von pflanzensaurem, phosphorsaurem und salzsaurem Kali, pflanzensaurem Kalk und Essigsäure.

Bestandtheile des türkischen Weizens, Zea Maïs L.

§. 215. Der Mais steht durch seinen großen Stärkemehlgehalt dem Reiß am nächsten; er wird im südlichen Deutschland und südlichen Europa überhaupt auch längst als ein sehr kräftiges Nahrungsmittel für Menschen und Thiere benutzt; er ist etwas schwerer verdaulich, als unsere übrigen Getreidearten, was mit seinem großen Stärkegehalt, kleberartigen Stoffen und deren eigenthümlicher Beschaffenheit in Verbindung zu stehen scheint.

*) Annales de Chimie et de Phys. IV. 383.

Das Maismehl besitzt eine gelbliche Farbe, Bizio nennt den kleberartigen Stoff des Maismehls Zein, eine kleberartige Zusammensetzung aus Gliadin, Zumin (§. 571. S. 239 der Agriculturchemie) und fettem Oel, er ist wachsgelb, unauflöslich in Wasser, auflöslich in Alkohol, weichelastisch, schmilzt in der Hitze, wird braun, brennt wie Brod mit eigenthümlichem Geruch. Das Maismehl selbst fand er in 100 Theilen bestehend aus *)

80,920	Stärke	1,092	Extractivstoff
7,710	Zein	0,895	zuckeriger Materie
3,052	Zumin	1,478	fettem Oel
2,498	Gliadin	0,074	Salzen
2,283	Gummi		etwas Essigsäure u. Verlust.

Die frischen Körner enthalten nach Bürger 28,6 Proc. wässriger Feuchtigkeit; 10 Monate an der Luft liegende Körner enthielten noch 13 Proc. Feuchtigkeit.

Bestandtheile des Buchweizens, Polygonum Fagopyrum L.

§. 216. Der Buchweizen nähert sich in seinen Bestandtheilen sehr den Getreidearten, er wird auch diesen ähnlich in vielen Gegenden des nördlichen Europa's benutzt; nach einer Untersuchung von Zenneck **) enthalten 100 Gewichtstheile der an der Sonne ausgetrockneten Buchweizenkörner mit ihrer Hülse

52,295	Stärke	3,068	Extractivstoff mit Zucker
26,943	Faser	2,538	oxydirten Extractivstoff
10,473	Kleber	2,803	Gummi und Schleim
0,227	Eiweiß	0,363	Harz.

Werden die fasrigen, größtentheils von der Hülse herrührenden Theile in Abzug gebracht, so enthalten 100 Theile des reinen Buchweizenmehls 71,5 Proc. Stärke und 13,4 Proc. Kleber; es nähert sich daher in dieser Beziehung sehr den oben angeführten Mehlarten des Roggens und mancher Weizenarten.

Bestandtheile der Samen der Hülsenfrüchte.

Bestandtheile der Erbsen, Pisum sativum L.

§. 217. Wir besitzen von Braconnot eine neuere Analyse der Erbsen (Annal. de Chim. 24. Band 1827, S. 153), nach welcher 100 Gewichtstheile reifer Erbsen enthalten

42,58	Stärke	8,26	Samenschalen
18,40	Legumin	1,20	grüne fette Substanz (Chlorophyll)
8,00	thierischen Stoff	1,06	Faser der breiigen Masse
4,00	Gallertsäure	0,07	kohlensauren Kalk
2,00	Schleimzucker	1,93	Salze und Verlust
12,50	Wasser		etwas eines bittern und riechenden Stoffs.

*) Giorn. di Fisica. Chem. etc. Tom. V. p. 127 und Fechners Pflanzenanalysen. Leipzig 1829.

**) Correspondenzblatt des württemb. landw. Vereins, 12ter Bd. S. 178.

Die Salze bestanden aus phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurem Kali, einer organischen, zum Theil mit Kali gesättigten Säure; die 8,26 Theile Samenschalen enthielten selbst wieder 5,36 Theile Holzfaser, 173 Gallertsäure (§. 507. der Agriculturchemie) und 1,17 in Wasser auflöslicher Substanz mit Stärkemehl und Spuren von Legumin.

Bestandtheile der Feldbohnen, Vicia Faba L.

§. 218. Von demselben Chemiker besitzen wir eine neuere Analyse der Feldbohnen, nach welcher 100 Gewichtstheile derselben folgende Bestandtheile enthalten:

42,34	Stärke	7,00	Samenschalen
18,20	Legumin	0,70	Faser der breiigen Masse
5,86	thierischen Stoff	0,70	fette, wenig gefärbte Substanz
1,50	Gallertsäure	1,00	Salze und Verlust.
0,20	Schleimzucker	23,00	Wasser.

Die Salze bestanden aus phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurem Kali, etwas kohlensaurem Kalk und Spuren einer organischen, zum Theil mit Kali gesättigten Säure; die 7 Theile Samenschalen zeigten sich selbst wieder zusammengesetzt aus 4,60 Holzfaser, 1,23 Gallertsäure und 1,17 Theilen in Wasser auflöslicher Stoffe mit Stärke und Spuren von Legumin.

Bestandtheile der Schminkbohnen, Phaseolus vulgaris L.

§. 219. Diese bei uns nicht selten in Gärten gebaute Bohnenart wurde von Einhof näher untersucht; aus 100 Gewichtstheilen der reifen Bohnen ließen sich 25 Theile Feuchtigkeit verflüchtigen; die ausgetrockneten Bohnen selbst zeigten sich bestehend aus

35,94	Stärke	19,37	Pflanzenschleim mit Salzen
20,81	thierisch-veget. Stoff	3,41	Extractivstoff etwas bitterscharf
1,35	Eiweiß	11,07	stärkemehlartiger Faser
7,50	äußern Häuten	0,55	Verlust.

Der thierisch-vegetabilische Stoff entspricht der Legumine Braconnots, sie enthielt noch etwas Faser, Stärke und sauren phosphorsauren Kalk; die dem Schleim beigemischten Salze bestanden aus phosphorsaurem und salzsaurem Kali.

Bestandtheile der Linsen, Ervum lens L.

§. 220. Nach den Untersuchungen desselben Chemikers enthalten die Samen der Linsen folgende Bestandtheile; im reifen Zustand enthalten 100 Theile derselben 14,06 Theile wäßrige Feuchtigkeit und 100 Theile derselben im getrockneten Zustand bestehen aus

32,81	Stärke	3,12	süßlichem Extract
37,32	thierisch-vegetab. Stoff	5,99	Pflanzenschleim
18,75	Häuten	0,57	saurem phosphorsaurem Kalk
1,15	Eiweiß	0,29	Verlust.

*) Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie 3ter Band S. 34.

Fourcroy fand in den Linsen zugleich ein dickes grünes, in Alkohol auflösliches Oel und in den Hülsen etwas Gerbstoff.

Bestandtheile der Wicken, Vicia sativa und peregrina L.

§. 221. Eine Analyse der gewöhnlichen und der im südlichen Frankreich einheimischen Vicia peregrina L., welche in Deutschland gleichfalls hier und da cultivirt wird, besitzen wir von Greif; er fand in 100 Theilen dieser Wicken in der

Vicia sativa		Vicia peregrina	
68	Stärke	64	Stärke
11	Extractivzucker	13	Extractivzucker
2	Kleber		keinen Kleber
2,5	Schleim	7,5	Schleim
1,5	Eiweiß	0,5	Eiweiß.

Bei beiden Analysen zeigte sich ein Verlust von 15 Theilen, welcher wahrscheinlich als Hülse in Rechnung zu bringen ist; die bei diesen Analysen ausgeschiedene Stärke enthielt wahrscheinlich zugleich noch einen bedeutenden Antheil an Legumin oder thierisch-vegetabilischen Stoffen.

Bestandtheile ölhaltiger Samen.

§. 222. Wir besitzen in der Flora Deutschlands viele ölhaltige Samen, von welchen jedoch gewöhnlich nur diejenigen auf Oel benutzt werden, welche zugleich reicher an öligten Bestandtheilen sind, oder deren Samen leichter im Großen in Menge gesammelt werden können; die Oele finden sich in ihnen gewöhnlich in Verbindung mit Schleim und Pflanzeneiweiß, aus welchen sie durch Auspressen abgesondert werden; von den physischen Eigenschaften mehrerer dieser Oele war schon oben §. 560. der Agriculturchemie näher die Rede; wir theilen hier die nähern chemischen Bestandtheile von 2 in Deutschland häufiger gebauten Oelpflanzen mit.

Bestandtheile des Hanfsamens, Canabis sativa L.

§. 223. Bucholz fand bei einer nähern Analyse der Hanfsamen (Gehlens Jahrbuch der Chemie 6ter Band S. 612) 100 Theile der ganzen Körner bestehend aus

19,1	festem Oel	1,6	Schleimzucker mit Extractivstoff
24,7	auflöslichem Eiweiß	5,0	Faserstoff
1,6	dunkelbraunem Harz	38,3	Hülsen
9,0	gummischleimigem Extract	0,7	Verlust.

Nach dieser Untersuchung können daher aus jedem Centner, (diesen zu 110 Pfund gerechnet) 20⅝ Pfund Oel gewonnen werden, wonach sich der Werth des Samens berechnen läßt; die zurückbleibenden Oelkuchen können noch als Nahrungsmittel fürs Vieh und als Düngungsmittel benutzt werden.

Bestandtheile der Leinsamen, Linum usitatissimum L.

§. 224. Die Leinsamen sind weniger reich an Oel, sie sind verhältnißmäßig reicher an schleimigen Bestandtheilen, eine nähere Analyse derselben besitzen wir von Leo Meier (Berliner Taschenbuch für Pharmacie, Jahrgang 1826. S. 71); er fand 100 Theile der ganzen Samen bestehend aus

11,262	fettem Oel	15,120	Pflanzenschleim
2,488	Weichharz	10,884	süßem Extractivstoff
0,146	Wachs	1,480	Stärke mit einigen Salzen
0,550	harzigem Farbstoff	0,926	dem Gerbstoff ähnlichem Stoff
0,782	Eiweiß	6,154	Gummi mit Kalkerde
2,932	Kleber	44,382	Emulsin und Hülsen.

Der Pflanzenschleim enthielt zugleich etwas freie Essigsäure, essigsaures Kali, phosphorsaure Bittererde, phosphorsaure Kalkerde, schwefelsaures und salzsaures Kali, essigsaure Kalkerde, freie Apfelsäure, apfelsaures Kali, schwefelsaures Kali, salzsaures Natrum; die Stärke etwas salzsaure Kalkerde, Gyps und Kieselerde.

Vergleichung des Oelgehalts mehrerer Samen.

§. 225. Wir besitzen bis jetzt von den meisten auf Oel benutzten Samen keine nähere Zergliederung, in landwirthschaftlicher Hinsicht ist es auch häufig genügend, im Allgemeinen zu wissen, ob ein Same auf Oel benutzt werden kann, und wie viel er von diesem enthalte; genaue vergleichende Untersuchungen fehlen uns bis jetzt von den meisten Arten; folgende Tabelle enthält eine Uebersicht der uns bis jetzt bekannten Erfahrungen. „Die Menge des Oels, welche beim Auspressen im Großen von den einzelnen Arten erhalten wird, hängt von sehr verschiedenen Umständen ab; es gehört dahin der mehr oder weniger ausgebildete Zustand der Samen, ihre vor dem Auspressen durch das Liegen an der Luft erlangte größere oder geringere Trockenheit, die Güte der Presse und Stärke des Drucks, welcher zu ihrem Auspressen angewandt wird, ob dieses in der Kälte oder Wärme geschieht; geschieht dieses in der Kälte, so erhält man immer weniger Oel, in der Wärme erhält man mehr, jedoch ein weniger reines Oel. Es erklärt sich hieraus genügend, warum die Angaben über die Ergiebigkeit an Oel bei denselben Samen oft so verschieden sind; wir bemerken diese in folgender Uebersicht bei verschiedenen Samen:

Samen, in 100 Gewichtstheilen	Oelgehalt Procent
Enthülsete Samen der Wallnüsse, Juglans regia L. .	40 — 70
Samen des Wunderbaums, Ricinus communis L. .	62
Enthülsete Samen der Haselnüsse, Corylus Avellana L.	60
Gartenkresse von Lepidium sativum L.	56 — 58
Süße Mandeln von Amygdalus communis dulcis . .	40 — 54
Bittere Mandeln von Amygdalus communis amara . .	28 — 46
Mohnsamen oder Oelmagen von Papaver somniferum L.	36 — 53
Chinesischer Oelrettig von Raphanus sativus oleiferus	50
Sesamsamen von Sesamum orientale L.	50
Lindensamen von Tilia europaea	48
Bohnen der sogenannten Erdeicheln, Arachis hypogaea L.	43
Sommerrübsen, Brassica praecox Dec.	30 — 39
Weißer Senf, Senfreps, Sinapis alba L.	36 — 38
Schwedische Rübe von Brassica Napobrassica Müller	33,5
Enthülsete Pflaumenkerne von Prunus domestica L., ungesotten	33,3
Ackersenf von Sinapis arvensis L.	30
Wausamen von Reseda luteola L.	29 — 35
Leindotter von Myagrum sativum L.	28
Enthülsete Kerne von Kürbis Cucurbita Pepo L. . .	25
Citronen-Kerne von Citrus medica L.	25
Wegdistel von Onopordon Acanthium L.	25
Rothtannensamen von Pinus Picea Duroi	24
Hanfsamen von Cannabis sativa L.	14 — 25
Leinsamen von Linum usitatissimum	11 — 22
Schwarzer Senf von Sinapis nigra L.	15
Enthülsete Samen von Buchen, Fagus sylvatica . .	15 — 17
Sonnenblumensamen von Helianthus annuus . . .	15
Samen vom Stechapfel, Datura Stramonium L. . .	15
Weintraubenkerne von Vitis vinifera L.	1,4—12
Roßkastanien von Aesculus Hippocastanum L. . . .	1,2—8

Im Großen wünscht man oft die Ergiebigkeit der einzelnen Samen aus gleichen Quantitäten dem Volumen nach zu kennen, welches bei dem verschiedenen specifischen Gewicht des Samens von dieser Vergleichung nach Procenten sehr verschieden ist; wir theilen daher hier noch eine Zusammenstellung des Oelgehalts von 16 verschiedenen Samen mit, wie sich diese im mittlern Neckarthal beim Auspressen dieser Samen im Großen in Oelmühlen ergaben; ein würtembergisches Simmri von 1116,8 pariser Cubikzollen gab in derselben Oelmühle im Mittel folgende Menge Oel in Köllnischen Pfunden:

Samenarten	Oel-gehalt	Samenarten	Oel-gehalt
Wallnüsse	12 Pf.	Leinsamen	8,4 Pf.
Winterkohlreps . .	12,5 —	Sonnenblumen enthülset	8 —
Winterrübenreps . .	12,2 —	Gelber Senf	8 —
Mohnsamen	11,0 —	Pflaumenkerne	8 —
Sommerrübenreps .	9,7 —	Hanfsame	5,5 —
Leindotter	9,3 —	Buchnüsse	4,0 —
Wausamen	8,5 —	Kürbiskerne	3,5 —
Sommerkohlreps . .	7,7 —	Weintraubenkerne . .	2,0 —

Bestandtheile verschiedener Obstarten und Baumfrüchte.

§. 226. Die häufiger benutzten Obstarten Deutschlands enthalten im reifen Zustand gewöhnlich gegen 70 — 80 Proc. wäßrige Bestandtheile, mehrere Procente Zucker mit Gummi, etwas Pflanzeneiweiß mit mehr oder weniger Pflanzensäure, namentlich Apfelsäure und einige Farbstoffe; gewöhnlich enthalten sie zugleich im vollkommen reifen Zustand ein eigenthümliches feines Aroma, welches je nach den verschiedenen Obstarten viele Verschiedenheit zeigt. Der Zucker, welcher sich aus den Weintrauben, Pfirsichen und Feigen im reifen Zustand abscheiden läßt, ist zum Theil krystallinisch, während dagegen der Zucker aus den Aepfeln, Birnen, Johannisbeeren, Kirschen, Aprikosen und Pflaumen eine schleimige Beschaffenheit behält und sich nicht krystallisiren läßt; diese süßen zuckerreichen Stoffe bilden im reifen Zustand gewöhnlich nächst dem Wasser den vorherrschenden Bestandtheil; die Säfte unserer meisten Obstarten lassen sich daher durch Eindicken zu Syrupen oder wirklichem Zucker und durch Gährung zu weinartigen Getränken oder Weingeist selbst anwenden; die Säuren, welche viele unserer Früchte in sich ausbilden, bestehen bei den Berberitzen, Brombeeren und den meisten Kern- und Steinobstarten aus den Gattungen Pyrus, Prunus und Amygdalus vorherrschend aus Apfelsäure; bei den Johannisbeeren und Heidelbeeren aus Apfelsäure und Citronsäure; bei den Citronen vorherrschend aus Citronsäure mit etwas Apfelsäure; bei den Weintrauben aus Weinsteinsäure und Apfelsäure.

Bestandtheile mehrerer Steinobstarten.

§. 227. Eine vergleichende Untersuchung mehrerer Steinobstarten besitzen wir von Berard; er unterwarf sie insbesondere in ihrem mehr oder weniger reifen Zustande einer vergleichenden Untersuchung, um dadurch zugleich die Veränderungen kennen zu lernen, welche sie während des Processes des Reifens erleiden; er fand in 100 Theilen folgende Bestandtheile:

Bestandtheile	Pfirsichen			Aprikosen		Reineclauden		Kirschen	
	unreife	reifere	reife	unreife	reife	unreife	reife	unreife	reife
Wasser	89,39	84,49	74,87	90,31	80,24	74,57	71,10	88,28	74,85
Zucker	Spur	6,64	16,48	0,63	11,61	17,71	24,81	1,12	18,12
Gummi	4,10	4,47	5,12	4,22	4,85	5,53	2,06	6,01	3,23
Pflanzenfaser	3,61	2,53	1,86	3,01	1,21	1,26	1,11	2,44	1,12
Eiweiß	0,76	0,34	0,17	0,41	0,93	0,45	0,28	0,21	0,57
Apfelsäure	2,70	2,03	1,80	1,07	1,10	0,45	0,56	1,75	2,01
Kalk	Spur	Spur	Spur	0,08	0,06	Spur	Spur	0,14	0,10
Harziges Blattgrün	0,04	0,03		0,27		0,03	0,08	0,05	
Farbestoff			0,10					nicht bestimmt.	

Es ergiebt sich aus dieser Untersuchung, daß sich in diesen Obstarten während des Reifwerdens vorzüglich der Gehalt an Zukker und Gummi vermehrt, während sich dagegen die Holzfaser, Pflanzensäure, Eiweiß und wäßrige Bestandtheile vermindern.

Die steinartig harten Hüllen im Innern der Steinobstarten, welche das eigentliche Samenkorn einschließen, bestehen vorherrschend aus dichter Holzfaser; John *) fand in 100 Gewichtstheilen der Kirschsteine 98,75 Theile verbrennliche harte Holzsubstanz; die zurückbleibende weiße Asche enthielt 1,25 phosphorsauren Kalk mit Spuren von etwas pflanzensaurem Kali, Kalk, Bittererde und Eisenoxyd; ich fand das spec. Gewicht der steinartigen Hüllen der Aprikosen = 1,461, der Pfirsichen = 1,422; beide verhalten sich daher in dieser Beziehung der reinen Holzfaser ähnlich. (Siehe unten §. 278.)

Specifisches Gewicht verschiedener Mostarten.

§. 228. Werden die Säfte der Obstarten ausgepreßt, so erhält man die verschiedenen Mostarten, welche sich bei reifem Obst gewöhnlich durch süßen Geschmack auszeichnen und in der Regel desto schwerer sind, je mehr Zuckertheile sie aufgelöst enthalten; die Güte der aus ihnen zu erzielenden weinartigen Getränke steht damit gewöhnlich in directem Verhältniß; in mehreren der an Obst und Wein reichern Neckargegenden des südwestlichen Deutschlands wird daher die Bestimmung des specifischen Gewichts längst als ein Prüfungsmittel der Güte der Mostarten angewandt.

Gewicht der Weinmostarten.

§. 229. Die Beobachtungen, welche seit mehrern Jahren über das specifische Gewicht des Weinmostes in den untern Neckargegen-

*) Johns chemische Schriften, Bd. 5. Berlin 1816. S. 96.

den und angrenzenden Rheingegenden im süßen, ungegohrnen Zustand des Mostes angestellt wurden, worüber ich während des Weinlesens selbst wiederholte Messungen mit genauen Instrumenten anstellte, ergeben folgende Resultate: Wird das Gewicht des Wassers = 1000 gesetzt, so zeigt das Gewicht des aus den Weintrauben in ihrem mehr oder weniger reifen Zustand ausgepreßten Mosts im Gewicht folgende Verschiedenheiten:

1030 Most völlig unreifer saurer Weintrauben,
1040 gleichfalls noch unreifer Trauben, einen unhaltbaren sauren Wein gebend,
1050 wäßriger Weinmost von geringer Güte,
1060 leichter Weinmost noch unter mittlerer Güte,
1070 guter Weinmost, etwas über mittlerer Güte,
1080 sehr gut, gute deutsche und französische Tischweine,
1090 ausgezeichnet gut, beste Neckar- und Rheinweine,
1100 nur bessere Weintraubenarten, Klävner, Traminer, geben in warmen Sommern einen Most dieses Gewichts,
1110 zuckerreicher Most italiänischer und spanischer Weine; in Deutschland erreicht nur der Most einzelner Weintraubenarten durch künstliche Behandlung dieses große Gewicht.

Der Weinmost der mittlern Neckargegenden, in der Gegend von Stuttgart, besitzt nach einem Mittel 50jähriger Beobachtungen ein mittleres specifisches Gewicht von 1066; sein Gewicht wechselt in den einzelnen Jahren sehr nach der Güte der Jahrgänge; nicht weniger Verschiedenheiten zeigen in demselben Jahrgang die einzelnen Weintraubenarten; einige geben unter gleichen äußern Verhältnissen immer einen gewichtigern, zuckerreichern, andere einen wäßrigern Weinmost; bei der Weinlese selbst, so wie auch bei der neuen Anlage von Weinbergen, verdiente auf dieses Verhältniß häufig mehr Rücksicht genommen zu werden, als dieses im Großen oft geschieht. Im Jahr 1825 zeigte das specifische Gewicht von 24 verschiedenen Weintraubenarten nach dem Mittel mehrerer Wägungen in der Gegend von Stuttgart folgende Verschiedenheiten:

Weintraubenarten	Specifisches Gewicht	Weintraubenarten	Specifisches Gewicht
Klävner	1101	Ortlieber	1081,5
Burgunder	1101	Rothwelscher	1081
Rothe Traminer	1092,5	Schwarze Sylvaner	1081
Schwarze Muscateller	1092	Weißer Gutedel	1080
Müller (Meunier)	1092	Geisdutten	1080
Velteliner	1091	Trollinger	1075,5
Rosinentraube	1090	Weißelbing	1075
Kleiner Rißling	1088,5	August Klävner	1074
Weißer Traminer	1086	Schwarze Gutedel	1069
Rother Malvasier	1085	Rothe Gutedel	1068
Affenthaler	1084	Großkörnigte	1066
Grüner Sylvaner	1083	Putscheeren, Elender	1063

Auch in den folgenden Jahren zeigte der Most dieser Weintraubenarten entsprechende Verschiedenheiten; die erstern geben im Mittel immer einen weit gewichtigern Most und bessere, stärkere Weine; die letztern schwächere, wäßrige, wenig haltbare, oft schlechte Weine. Gewöhnlich sind die letztern Weintraubenarten großbeeriger und ergiebiger, weßwegen sie, ungeachtet ihrer geringern Güte, in einzelnen Gegenden nicht selten selbst im Großen angebaut werden *).

Auf die verschiedene Güte und Haltbarkeit der Weine hat übrigens zugleich die größere oder geringere Menge an schleimigen Bestandtheilen, Pflanzensäuren, adstringirenden Theilen und Farbstoffen, nebst feinern aromatischen Stoffen, oft bedeutenden Antheil, welche sich nicht durch das specifische Gewicht auffinden lassen.

Gewicht der Obstmostarten.

§. 230. Die Obstmostarten enthalten im Allgemeinen weniger Zuckertheile, dagegen aber mehr wäßrige Bestandtheile, als die Weinmostarten; sie enthalten zugleich im frisch ausgepreßten Zustand etwas Stärkemehl, welches sich in der Ruhe in der Hefe absetzt; das specifische Gewicht und die Güte der Obstmostarten zeigt bei den einzelnen Obstarten gleichfalls viele Verschiedenheiten; wir theilen hier das specifische Gewicht von 24 derselben mit, welche im Jahr 1827 Berg in Stuttgart näher in Beziehung auf dieses Verhältniß untersuchte und deren Resultate in einer besondern Abhandlung mittheilte **).

Aepfelarten	Specifisches Gewicht	Birnarten	Specifisches Gewicht
Aechte grüne Renette	1084	Gelbe Wadelbirn	1074
Englische Spital-Renette	1080	Holzbirn	1073
Neuhorber Renette	1072	Geigenschnabel	1071
Muscat Renette	1069	Zuckerbirn	1070
Gestreifter Peping	1064	Wolfsbirn	1070
Pomeranzenapfel	1063	Große gelbe Weinbirn	1068
Weinapfel	1061	Welsche Bratbirn	1066
Normandische Weinrenette	1060	Löwenkopf	1061
Carpentin	1060	Gallus Weinbirn	1060
Whelers Rousset	1059	Frankenbirn	1060
Safran-Renette	1057	Blattbirn	1057
Louisen	1056	Knausbirn	1054

*) Die nähern Untersuchungen über diese Verhältnisse erschienen in zwei unter meiner Leitung bearbeiteten Gelegenheitsschriften: „Untersuchungen über Most- und Weintraubenarten Würtembergs, zur Erlangung der Doctorwürde in der Medicin vorgelegt von Köhler. Tübingen 1826., und Untersuchungen über Obst- und Weintraubenarten von Dr. Berg, Tübingen 1827. Letztere Abhandlung erschien auch einzeln im Buchhandel.

**) Ueber die vortheilhafteste Benutzung unserer Obstsorten von Berg, Apotheker in Stuttgart. 1828, in 8. Stuttgart bei Löflund.

Die Aepfelarten geben daher im Mittel einen etwas gewichtigern Most, als die Birnarten; der aus ihnen bereitete Obstwein oder Cider ist daher auch gewöhnlich haltbarer, als der blos aus Birnen bereitete.

Bestandtheile der Mandeln.

§. 231. Die Mandeln unterscheiden sich von vielen unserer übrigen Baumfrüchte durch ihren großen Gehalt an fettem Oel in Verbindung mit Schleimzucker und Gummi, wodurch sie beim Zerdrücken mit Wasser leicht eine Emulsion, eine natürliche Pflanzenmilch bilden; sie dienen theils als Nahrungsmittel, theils zur Darstellung ihres Oels; nach Boullay's Untersuchung *) enthalten die gewöhnlichen süßen Mandeln in 100 Theilen im reifen Zustand:

54 fettes Oel	4,0 Holzfaser
24 Käsestoff (Emulsin)	5,0 Schale
6 Schleimzucker	3,5 Wasser
3 Gummi	0,5 Essigsäure und Verlust.

Die bittern Mandeln enthalten zugleich eine geringe Menge eines blausäurehaltigen Oels; Pagenstecher erhielt aus 1 Pfd. 60 Gran, Ittner 16,6 desselben; an übrigen Bestandtheilen erhielt Vogel **) aus 100 Theilen

28,0 fettes Oel	3,0 Gummi
30,0 Emulsin	8,5 Schale
6,5 Schleimzucker	5,0 Holzfaser.

Vogel vermuthet darin zugleich etwas Gerbstoff.

Die Samenkörner unserer meisten Stein- und Kernobstarten sind den süßen Mandeln ähnlich, nur in andern Verhältnissen zusammengesetzt; sie lassen sich auch gewöhnlich auf fette Oele benutzen, sobald es nur gelingt, von ihnen Samen in hinreichend großer Menge zu erhalten.

Bestandtheile der Roßkastanien.

§. 232. Die Roßkastanien sind vorzüglich reich an Stärkemehl; sie lassen sich daher mit Vortheil zur Stärkefabrikation, so wie als Nahrungsmittel für verschiedene Thiere benutzen; im reifen frischen Zustand enthalten sie gegen 50 Proc. Wasser; 100 Theile der lufttrockenen Früchte enthalten im Mittel 21,8 Proc. Schalen; ihr mehliges Korn selbst zeigt sich in 100 Theilen nach Hermbstädts Untersuchungen (dessen Archiv der Agriculturchemie 4ter Band S. 360) zusammengesetzt aus:

35,42 Stärke	11,45 bitterem Extractivstoff
19,78 mehlartige Faser	1,21 fettem Oel
17,19 Pflanzeneiweiß	13,54 Gummi

*) Annales de Chimie et Phys. Tom. VI. pag. 40.

**) Schweiggers Journal, Bd. 20. S. 59.

Es erklärt sich aus diesen Bestandtheilen genügend, warum sie auch als Nahrungsmittel für verschiedene Thiere, welchen der bittere Stoff nicht zuwider ist, mit Vortheil angewandt werden können, namentlich geben sie ein gutes Futter für milchende Kühe und zur Mast für Rindvieh.

Bestandtheile der Eicheln.

§. 233. Die Eicheln nähern sich in manchen Beziehungen den Roßkastanien; sie enthalten wie diese einen bittern Extractivstoff mit Stärkemehl; zugleich enthalten sie aber vielen Gerbstoff; eine neuere Analyse derselben besitzen wir von Löwig (in Buchners Repertorium der Pharmacie 1828, im 28. Band. S. 1), nach welcher 100 Theile der in der Siedhitze des Wassers getrockneten Eicheln bestehen aus

38,3 Theilen Stärke	9,2 Theilen eisenbläuendem Gerbstoff
31,9 — Pflanzenfaser	5,2 — bittrem Extractivstoff
6,4 — Gummi	4,3 — fettem Oel
5,2 — Harz	Spuren von Kali, Kalk und Thonerdsalzen.

Die bei dieser Analyse ausgeschiedene Pflanzenfaser schien noch einen kleberartigen Stoff zu enthalten; sie bildete beim Trocknen eine hornartige Masse, die mit heller Flamme unter Zurücklassung einer schwammigen Kohle brannte. — Die Eicheln gehören daher zu den tonischen stärkenden nahrhaften Früchten, die auch längst im Großen in dieser Beziehung mit Vortheil als Nahrungsmittel und Medicament angewandt werden.

Bestandtheile der Wachholderbeeren.

§. 234. Die Wachholderbeeren enthalten viele süßliche, zugleich harzige Bestandtheile, wodurch sie reizend auf den thierischen Körper wirken; sie dienen daher mehr als Gewürze und Medicamente, denn als Nahrungsmittel; nach einer Analyse von Trommsdorff (Taschenbuch für Scheidekünstler 1822, S. 43), enthalten sie in 100 Theilen

10,0 Theile Harz	35,0 Theile Pflanzenfaser
4,0 — Wachs	7,0 — Gummi mit Pflanzensalzen
1,0 — flüchtiges Oel	33,8 — Wachholderzucker mit essigsaurem und apfelsaurem Kalk.
12,9 — Wasser	

Der bei dieser Analyse ausgeschiedene Wachholderzucker ist schwer krystallisirbar, gelb, an der Luft sehr zerfließlich, weniger süß, als Stärkezucker, mit einem eigenthümlichen gewürzhaften, etwas scharfen Geschmack; er geht durch Hefe leicht in weinige Gährung über.

Bestandtheile der Blätter und Stängel mehrerer vorzüglich als Futterkräuter benutzter Pflanzen.

§. 235. Wir werden hier zuerst die Bestandtheile der Blätter und Stängel solcher Pflanzen näher betrachten, welche vorzugsweise als Futterkräuter benutzt werden, und auf diese die Bestandtheile

mehrerer folgen lassen, welche in dieser Beziehung nähere Berücksichtigung verdienen, ob sie gleich bis jetzt im Großen weniger in Gebrauch kamen.

Bestandtheile des rothen und weißen Klees und der Luzerne, Trifolium pratense L. und repens L. und Medicago sativa L.

§. 236. Wir besitzen von Crome Analysen dieser 3 in Deutschland häufiger als Futterkräuter benutzten Kleearten (Hermbstädts Archiv der Agric. 4. Band S. 318 u. ff.), welche wir hier vergleichend zusammenstellen; vom erstern wurden die Blüthen abgesondert von den Blättern und Stielen, von den 2 letztern die ganzen Pflanzen mit Stängeln, Blättern und Blüthen untersucht; die Luzerne hatte bereits 3 Jahre gestanden und befand sich in der besten Periode ihres Wachsthums. 100 Theile dieser Pflanzen enthielten folgende Bestandtheile:

Bestandtheile	Trifolium pratense		Trifolium repens	Medicago sativa
	Blätter u. Stängel	Blüthen		
Wasser	76,0	79,0	80,0	75,0
Pflanzenfaser	13,88	12,0	11,46	14,35
Eiweiß	2,00	1,67	1,51	1,86
Gefärbtes Satzmehl . .	1,39	1,67	1,01	2,20
Schleimzucker	2,14	1,25	1,52	0,78
Harzige Theile	0,08	0,16	0,21	0,18
Extractivstoff	3,53	3,13	2,40	4,43
Phosphorsaurer Kalk mit Eiweiß	0,98	1,12	0,83	0,83
Grünes Pflanzenwachs .	.	.	.	0,37

Der Extractivstoff der Luzerne enthielt zugleich einige Salze; die Luzerne enthält daher die wenigsten, der weiße Klee die meisten wäßrigen Bestandtheile; zugleich ist der letztere ärmer an in Wasser auflöslichen nahrhaften Stoffen.

Bestandtheile der gewöhnlichen Wicke, französischen Wicke und Lupine, Vicia sativa, narbonensis und Lupinus albus L.

§. 237. Von demselben Chemiker besitzen wir Untersuchungen über diese 3 Hülsenfrüchte, wovon beide erstere als Futterkraut, die letztere als grünes Düngungsmittel vorzüglich im südlichen Europa benutzt wird; sie enthalten im grünen Zustand in 100 Theilen folgende

Bestandtheile	Vicia sativa	Vicia narbonensis	Lupinus albus
Wasser	77,5	79,5	86,0
Grünes Satzmehl . .	2,58	3,83	1,3
Eiweiß	1,95	0,67	1,76
Harz mit etwas Eiweiß		0,93	1,04
Extractivstoff	7,64	3,62	2,83
Faser	10,41	11,45	7,03

Nach dieser Untersuchung besitzt unsere gewöhnliche Wicke verhältnißmäßig mehr in Wasser auflösliche nahrhafte Bestandtheile, als die französische Wicke; letztere hat dagegen mehr Satzmehl und harzige Stoffe; die Lupine ist reicher als beide an wäßrigen Stoffen.

Bestandtheile des grünen Krauts der Erbsen und deren Hülsen (Pisum sativum L.)

§. 238. Das grüne Kraut der Erbsen gehört zu den nahrhaftern Hülsenfrüchten; die grünen Hülsen mehrerer Varietäten derselben werden auch längst als Nahrungsmittel benutzt; Einhof unterwarf die grünen Stängel und Hülsen der gewöhnlichen Erbse einer vergleichenden Analyse; die zur Zergliederung angewandten Erbsen befanden sich in voller Entwickelung und hatten bereits Blüthen angesetzt; bei Zergliederung der Hülsen wurden die in ihnen schon enthaltenen Körner zuvor herausgenommen; 100 Theile enthielten folgende Bestandtheile:

Bestandtheile	Grünes Erbsenkraut	Grüne Erbsenhülsen
Wasser	78,12	81,25
Stärke	1,38	2,34
Grünes Satzmehl .	1,82	0,57
Pflanzenfaser . . .	10,41	8,95
Phosphorsaurer Kalk	0,10	0,09
Eiweiß	0,91	0,45
Schleimzucker . .	4,58	5,00
Extractivstoff . . .	0,65	

Hülsen und Kraut der Erbsen zeichnen sich daher vorzüglich durch größern Gehalt an Schleimzucker vor den Kleearten und Wicken aus, was sie vorzüglich zu einem angenehmen Nahrungsmittel zu machen scheint.

Bestandtheile des Spergels und Buchweizens, Spergula arvensis und Polygonum Fagopyrum L.

§. 239. Spergel und Buchweizen werden im grünen Zustand hier und da als Futterkraut benutzt; nach einer Analyse von Crome sind in 100 Theilen des frischen Krauts enthalten

Bestandtheile im	Spergel	Buchweizen
Wasser	77,00	82,50
Grünes Satzmehl	1,30	4,68
Grünes Eiweiß	2,29	0,16
Extractivstoff mit Schleim	5,20	2,62
Phosphorsaurer Kalk mit Eiweiß	0,83	
Faser	11,97	10,00
Verlust	0,41	0,40

Der Extractivstoff des Spergels enthielt zugleich etwas salzsauren Kalk.

In Vergleichung mit den bisher erwähnten Futterkräutern aus der Familie der Hülsenfrüchte zeichnet sich daher Spergel vorzüglich durch großen Eiweißgehalt aus; der Buchweizen enthält nur wenig Eiweiß, dagegen mehr Satzmehl, als die vorstehenden Hülsenfrüchte.

Bestandtheile des Krauts der Erdäpfel, Helianthus tuberosus L.

§. 240. Das Kraut der Erdäpfel läßt sich nach nähern, in Hohenheim angestellten Versuchen mit Vortheil als Futterkraut, namentlich für Schafe anwenden *); die grünen Blätter derselben zeigten mir bei einer nähern Analyse derselben in 100 Theilen folgende Bestandtheile

80,72 Theile Wasser
8,82 — Pflanzenfaser
3,40 — grünes Eiweiß
1,45 — graugrünes Satzmehl
4,80 Theile Extractivstoff mit Salzen
0,09 — grünes Pflanzenharz
0,08 — braunes Pflanzenwachs etwas eines eigenthümlich riechenden Stoffs.

Die Blätter enthalten daher wirklich viel nahrhafte Bestandtheile, namentlich viel Eiweiß; das getrocknete Kraut giebt beim Verbrennen 13,3 Proc. Asche, welche nach einer Untersuchung von Zenneck in 100 Theilen aus 38,62 kohlensaurem Kali, 1,03 salzsaurem und schwefelsaurem Kali, 11,13 Kieselerde und 48,96 Theilen eisenhaltigem kohlensauren und phosphorsauren Kalk bestehend ist.

Bestandtheile der Pastinakenblätter von Pastinaca sativa L.

§. 241. Die Blätter dieser zur Anwendung als Gemüse und Futter hier und da cultivirten Pflanze unterwarf Crome einer näheren Untersuchung; er fand in 100 Theilen derselben

79,00 Theile Wasser
3,22 — grünes Satzmehl
0,60 — Eiweiß
0,27 Theile grünes Pflanzenharz
9,06 — Faser
7,85 — Extractivstoff mit Schleim,

*) Correspondenzblatt des würtemb. landw. Vereins 4. Band S. 357 und 7. Band S. 358.

Tabelle II.

Ueber den Ertrag und die nahrhaften Bestandthei

in Pfunden d

Grasarten.	(
Festuca elatior Curt., arundinacea Schr., großer Wiesenschwingel	17
Phleum pratense L., Lieschgras, Timotheusgras	17
Bromus sterilis L., dünnkörnige Trespe	16
Holcus mollis L., weiches Honiggras	13
Bromus multiflorus Host, vielblüthige Trespe	12
Phalaris arundinacea L., Glanzgras	12
Dactylis glomerata L., Knaulgras	11
Festuca duriuscula L., harter Schwingel	8
Agrostis stolonifera L., wucherndes Straußgras	7
Agrostis vulgaris Schrd., gemeines Straußgras	
Poa serotina W., fertilis Host, spätes Rispengras	7
Poa angustifolia L., schmalblättriges Rispengras	7
Holcus lanatus L., wolliges Honiggras	6
Festuca pratensis Huds., elatior W., gewöhnlicher Wiesenschwingel	6
Festuca pinnata Schrd., gefiederter Schwingel	
Alopecurus pratensis L., Wiesenfuchsschwanz	6
Avena pubescens L., haariger Wiesenhafer	[illegible]
Avena elatior L., hoher Wiesenhafer, französisches Raygras .	
Bromus erectus L., aufrechte Trespe	[illegible]
Triticum repens L., Queckengras	[illegible]
Aira cristata L., Poa cristata W., Kamm-Rispengras	[illegible]
Milium effusum L., Hirsengras	[illegible]
Festuca fluitans L., Mannagras	[illegible]
Bromus asper L., rauhe Trespe	[illegible]
Bromus tectorum L., Dachtrespe	[illegible]
Bromus inermis Host, grannenlose Trespe	
Festuca rubra L., rother Schwingel	[illegible]
Festuca ovina L., Schafschwingel	
Lolium perenne L., englisches Raygras	[illegible]
Aira cespitosa L., Rasenschmiele	[illegible]
Aira aquatica L., Wasserschmiele	[illegible]
Aira flexuosa L., gebogene Schmiele	[illegible]
Briza media L., Zittergras	[illegible]
Poa pratensis L., Wiesenrispengras	[illegible]
Avena flavescens L., gelblicher Wiesenhafer	[illegible]
Melica coerulea L., blaues Perlgras	[illegible]
Poa trivialis L., scabra Ehrh., rauhes Rispengras	[illegible]
Anthoxanthum odoratum L., Ruchgras	
Avena pratensis L., Wiesenhafer	
Cynosurus cristatus L., Kammgras	

:ur Agronomie (Seite 208. §. 243.)

:le de von 38,376 par. Quadratschuh

:es A

Ertrag
Zu

e Bemerkungen.

der
Blüth

866 als der gewöhnliche Wiesenschwingel.
355 amentlich zur Zeit der Samenreife.
845 rhaften Blätter ungeachtet auf Wiesen wenig Werth.
612 ist sehr nahrhaft.
353 nd hat daher als Wiesenheu wenig Werth.
251 eiht vorzüglich gut an Ufern.
859 gern gefressen, weniger von Schafen.
269 nahrhaftes Futter.

963 n größten Ertrag, bildet oft dichte Rasen.
. . andern Gräsern im Ertrag nach.
861 rn, das gern vom Vieh gefressen wird.
813 thums vorzüglich zu Weiden.
661 und leidet leicht durch Nässe.
465 , und gehört zu unsern bessern Gräsern.
. . ildet übrigens keine dichten Rasen.
125 ten Boden eines der besten Gräser.

870 auch als Oehmd guten Ertrag.
. . üthenstängel, giebt auch sehr nahrhaftes Oehmd.
819 zu den besten Trespenarten.
4900 mehr nahrhafte Bestandtheile, als das Gras selbst.
4900 steht manchen andern Gräsern nach.
4747 Schatten, giebt ein sehr leichtes, lockeres Heu.
4083 Bächen und Sümpfen guten Ertrag.
4083 orzüge vor manchen blos einjährigen Trespen.

3930 nd hat daher auch nur wenig Werth.
. . n gern gefressen, ihre Stängel werden leicht zu hart.
3557 ingel, wird gern von den Thieren gefressen.
. . glich gern von Schafen gefressen.
3322 bt übrigens auch sehr gutes Heu.
3318 ldwiesen, wo es dichte Rasen bildet.
3267 ras, das die weidenden Thiere gern fressen.
3164 öhen und giebt nur geringen Ertrag.

3096 n und hat in so fern oft Werth.
2871 et vorzüglich vieles Untergras in dichten Rasen.
2858 ein gutes Heu.
2807 feuchten, mehr schattigen Standort.
2246 eschützte Lage, an freien Orten geht es schnell aus.
2103 ntwicklung, giebt jedoch nur wenig Heu.
1871 t übrigens nur geringen Ertrag.
1837 hte Rasen zu bilden, und giebt daher nicht viel Heu.

S
ler
ns.
lt.

28
10
13
18
04
32
11
15
17
15
38
50
30
31
91
30
25
68
04
31
30
04
16
00
95
40
43
36
40
61
25
43
73
50
26
02
59
40
32
96
20

mit etwas Schleimzucker und einem eigenthümlichen ätherischen Oel, welchem die Blätter ihren eigenthümlichen Geruch verdanken.

Bestandtheile mehrerer in Deutschland wildwachsender, des Anbaus würdiger Pflanzen.

§. 242. Wir besitzen von Sprengel eine neuere Reihe schätzbarer Untersuchungen über die wichtigern Bestandtheile mehrerer in Deutschland wildwachsender Pflanzen, welche nicht selten auf unsern Wiesen vorkommen und zum Theil auch im reinen Zustand gebaut und als Viehfutter benutzt zu werden verdienten. Da es sich hier vorzüglich darum handelt, ihren Werth für die Landwirthschaft als Futterkräuter kennen zu lernen, so bestimmte Sprengel namentlich näher ihren Wassergehalt, die Menge der durch kaltes und warmes Wasser, durch Kali und Weingeist ausziehbaren Theile, indem die nahrhaften Bestandtheile durch Wasser und Kali ausgezogen werden, der Weingeist aber mehr harz- und wachsartige Stoffe auszieht. Er unterwarf zugleich ihre feuerfesten Theile, ihre Asche, einer nähern Zergliederung; die nähere Kenntniß der Bestandtheile der letztern hat vorzüglich für Pflanzenphysiologie und den praktischen Landbau näheres Interesse, indem wir aus ihrem Gehalt zum Theil schließen können, welche Bestandtheile ein Erdreich enthalten muß, um die Pflanzen im Großen mit Erfolg darauf bauen zu können.

Beiliegende Tabelle enthält die nähern Bestandtheile von 33 dieser in der Flora Deutschlands wild vorkommenden oder leicht anzubauenden Pflanzen in eine vergleichende Uebersicht zusammengestellt, welchen am Schluß die Bestandtheile des Laubs mehrerer unserer Waldbäume beigefügt sind, die gleichfalls als Futter mit mehr oder weniger Vortheil benutzt werden können. Die Colonne: nahrhafte Bestandtheile überhaupt, enthält die Summe der durch warmes und kochendes Wasser und Kali ausziehbaren Stoffe auf 100 Theile der getrockneten Pflanze reducirt. Bei den 33 krautartigen Pflanzen ist der Aschengehalt in Theilen der ganzen grünen Pflanze, bei den 8 Laubarten in Theilen des lufttrockenen Laubs angegeben; unter Wassergehalt ist bei den letztern die Menge des Wassers zu verstehen, welches sich aus ihnen beim Trocknen an der Luft verflüchtigte; bei der Untersuchung der Aschen wurde die an die Erden und Alkalien gebundene Kohlensäure nicht näher bestimmt; die Ueberschriften der einzelnen Colonnen ergeben das übrige von selbst *).

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, daß die krautartigen, auf Wiesen nicht selten wild vorkommenden dieser Pflanzen im Mittel gegen 76 — 77 wäßrige Bestandtheile besitzen und nur gegen 23 — 24 Proc. trocknes Heu geben; mehrere der kleinern nahrhaftern oder breitblättrigen, wie Bärenklau, enthalten selbst 85 bis 86 Proc. wäßrige Bestandtheile; die etwas strauchartigen, die Ginster-

*) Im 5. 6. und 7. Band von Erdmanns Journal der ökonomischen und technischen Chemie in mehreren Fortsetzungen in den Jahren 1829 und 1830.

und Pfriemenarten enthalten bedeutend weniger wässerige, dagegen mehr faserige Stoffe.

Werden je 100 Theile der trockenen Pflanze in Beziehung auf die Menge ihrer nahrhaften Bestandtheile verglichen, so gehören zu den an nahrhaften Bestandtheilen vorzüglich reichen Pflanzen mehrere der kleinern krautartigen, die Bellis perennis, Hypochaeris radicata, Leontodon Taraxacon, Glaux maritima, Hippocrepis comosa, Plantago media, Poterium sanguisorba und andere; am wenigsten nahrhafte Bestandtheile besitzen Ulex europaeus, Triglochin palustre, Aster salicifolius, Solidago Virgaurea, Genista pilosa.

Die Baumblätter enthalten weniger wäßrige Bestandtheile, als die krautartigen Pflanzen; unter den 8 untersuchten Arten enthalten die Blätter der Eichen, Eschen und Ulmen am meisten, die der Weiß- und Rothbuchen und Pappeln am wenigsten nahrhafte Bestandtheile; das meiste Pflanzeneiweiß enthalten die Blätter der Ahorne und Akacien; erstere geben beim Verbrennen die meiste Asche, welche sich durch einen großen Gehalt an Talkerde, Kalkerde, Natron, mit phosphorsauren und schwefelsauren Salzen auszeichnet; die meisten faserigen unauflöslichen Bestandtheile besitzen die Blätter der Rothbuchen; auffallend viel Kieselerde besitzt das Ulmenlaub, welches übrigens durch seine vielen in Wasser auflöslichen Stoffe zu den nahrhaftern Baumblättern gehört.

Bestandtheile der wichtigern, in Deutschland vorkommenden Grasarten.

§. 243. Eine vergleichende Untersuchung der wichtigern, in Deutschland vorkommenden Grasarten besitzen wir von Sinclair *); es wurden zu diesem Zweck gleich große Flächen mit diesen Grasarten auf den für sie sich eignenden Bodenarten eingesäet, und die je auf 4 Quadratschuhen erhaltene Menge des Grases einer nähern Untersuchung unterworfen. — Die Ergiebigkeit und Nahrhaftigkeit der einzelnen Gräser zeigte sich oft sehr verschieden, je nachdem sie während der Blüthe oder im samenreifen Zustand gemäht werden; mehrere dieser Gräser wurden daher in dieser Beziehung einer doppelten Untersuchung unterworfen, ebenso geschah dieses bei mehreren im Ohmzustand, wenn sie zum 2ten mal gemäht wurden; die Menge der nahrhaften Bestandtheile wurde durch Ausziehen mit Wasser bestimmt; man ließ heißes Wasser so lange darauf wirken, bis dieses nichts mehr auflöste; es konnten zwar bei diesem Verfahren immer noch einzelne nahrhafte Bestandtheile zurückbleiben; die leichter löslichen, nahrhaften wurden jedoch dadurch vorzüglich aufgelöst, und sie können uns daher immer zu nähern Vergleichungen unter sich dienen, um welche es sich hier vorzüglich handelt.

In der Tabelle Tab. 2. stellten wir die Resultate für 40 in Deutschland größtentheils nicht selten vorkommende Gräser näher

*) In einem Anhang zu Davy's Agriculturchemie, übersetzt von Wolf. Berlin 1814.

in eine vergleichende Uebersicht zusammen; in dem Original selbst sind diese Analysen in fortlaufendem Text mit vielen Zahlen größtentheils ohne Reduction auf Procente mitgetheilt, wodurch die Vergleichung der einzelnen Arten sehr erschwert wird; um die Uebersicht zu erleichtern, ordneten wir hier die Grasarten nach der Menge und Ergiebigkeit des Heu's im trockenen Zustand, indem gewöhnlich die Ergiebigkeit im Großen nach diesem Verhältniß beurtheilt wird, obgleich die Menge der wirklich nahrhaften Bestandtheile erst ihren wahren Werth bestimmen kann, welche daher hier näher in der 2ten Hauptcolonne zusammengestellt sind.

Die Angaben der Ergiebigkeit mehrerer dieser Grasarten könnten zu groß erscheinen, wenn man damit den Ertrag unserer gewöhnlichen Wiesen vergleicht; es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Aussaat und Einsammlung dieser Grasarten mit aller Sorgfalt auf kleinen, gleichen Flächen von 4 Quadratschuhen, auf den dem Gedeihen dieser Grasarten günstigen Bodenarten vorgenommen und aus diesen der Ertrag auf ganze Morgen erst berechnet wurde; bei unsern gewöhnlichen Wiesen fehlt häufig diese sorgfältige Behandlung und Pflege, und oft auch die gehörige Bodenbeschaffenheit; nicht selten enthalten sie zugleich viele Wiesenunkräuter.

Nach diesen Versuchen gaben im Mittel 100 Theile der grünen, frischen Gräser im blühenden Zustand gemäht, 38 Proc. trocknes Heu; im samenreifen Zustande gemäht dagegen 40,1 Procent; im letztern Zustand enthalten sie verhältnißmäßig mehr fasrige, strohige Bestandtheile, als im erstern; die nähern Verschiedenheiten bei den einzelnen Grasarten ergeben sich aus der Tabelle. Die Menge von 38 Procent trockenem Wiesenheu auf 100 Theile des frisch gemähten könnte zu groß erscheinen, indem man bei gewöhnlichen Wiesen oft nur 20 bis 25 Proc. trocknes Heu auf 100 Theile des grünen annimmt; eine nähere Untersuchung mehrerer Grasarten unserer Gegenden führte mich jedoch auf dasselbe Resultat. Ich ließ 19 Grasarten dieser Tabelle im blühenden Zustand, nachdem ich ihr Gewicht sogleich frisch abgeschnitten genau bestimmt hatte, bei trockner Sommerwitterung im Juni in einem gegen Süden offenen Zimmer an der Sonne austrocknen und bestimmte ihr Gewicht wieder; ich erhielt 39,2 Proc. trockenes Heu; durch künstliche Wärme ließen sich noch einige Procente verflüchtigen; dieselben 19 Gräser gaben nach Sinclair's Versuchen dieser Tabellen im Mittel 37,2 Proc. trocknes Heu; beide führten daher zu demselben Resultat.

Die Ursache, warum man im Großen häufig weniger Procente trockenes Heu erhält, dürfte vorzüglich in den Wiesenunkräutern, Kleearten und breitblättrigen Pflanzen liegen, womit unser Wiesenheu im Großen gewöhnlich gemischt ist, welche nach der auf der 1sten Tabelle enthaltenen Analyse nicht selten 80 bis 85 Proc. wäßrige Bestandtheile enthalten, und daher oft nur 15—20 Proc. trocknes Heu geben; werden blos Blätter der Gräser ohne die Halme genommen, so enthalten diese gleichfalls weit mehr wäßrige Be-

standtheile; ich erhielt bei den Blättern von Poa annua 19,9, bei den Blättern von Triticum repens 23,8 Proc. trocknes Heu.

Davy untersuchte bei einigen dieser Gräser auch näher die durch das Wasser ausgeschiedenen Stoffe in Vergleichung mit einigen andern Futterkräutern; er fand je in 100 Theilen der grünen Pflanze folgende

Bestandtheile	Auflösliche Theile	Schleim und Zucker	Schleimzucker	Extractivstoff	Eiweiß
Lolium perenne	3,9	2,6	0,4	0,5	
Alopecurus pratensis . .	3,3	2,4	0,3	0,6	
Poa trivialis	3,9	2,9	0,5	0,6	
Cynosurus cristatus . . .	3,5	2,8	0,3	0,4	
Anthoxanthum odoratum .	5,0	4,3	0,4	0,3	
Agrostis stolonifera . . .	5,4	4,6	0,5	0,2	0,1
Dasselbe im Winter geschnitten	7,6	6,4	0,8	0,3	0,1
Trifolium pratense . . .	3,9	3,1	0,3	0,3	0,2
Trifolium repens	3,2	2,9	0,1	0,5	0,3
Medicago sativa	2,3	1,8	0,1	0,4	
Hedysarum onobrychis . .	3,9	2,8	0,2	0,6	0,3
Brassica oleracea	7,3	4,1	2,4		0,8

Die Agrostis stolonifera zeichnet sich daher vor mehrern andern Gräsern vorzüglich durch viele nahrhafte Bestandtheile aus.

Bestandtheile der als Viehfutter häufiger angewandten Stroharten.

§. 244. Mehrere Stroharten werden in landwirthschaftlicher Beziehung nicht selten, theils als Streumaterial, theils als Viehfutter benutzt; eine vergleichende Untersuchung von 12 der wichtigern, häufiger angewandten verdanken wir gleichfalls Sprengel *); er untersuchte sie auf dieselbe Art, wie obige, §. 242. angeführte Krautarten, vorzüglich auf ihre nahrhaften Bestandtheile; folgende Stroharten enthielten in ihrem lufttrocknen Zustand:

*) Erdmanns Journal der technischen und ökonomischen Chemie, Theil 6, S. 312 und 392 u. f. 1829.

in 100 Gewichtstheilen	ausziehbare Theile durch			Pflanzenfasern	Nahrhafte Theile überhaupt
	Wasser	Aetzkali	Alkohol, Wachs und Harz		
Rapsstroh	14,800	29,800	0,500	54,900	44,600
Weizenstroh	7,600	40,431	0,469	51,500	48,031
Roggenstroh	2,800	49,080	0,520	47,600	51,880
Gerstenstroh	11,330	38,237	0,780	49,653	49,567
Haferstroh	20,666	31,623	0,772	46,939	52,289
Bohnenstroh v. Vicia Faba	10,666	37,424	0,910	51,000	48,080
Erbsenstroh	46,600	23,236	1,544	28,620	69,836
Wickenstroh	26,000	30,690	1,320	41,990	56,690
Linsenstroh	27,466	34,162	1,266	37,106	61,628
Buchweizenstroh . . .	22,600	23,614	0,900	52,886	46,214
Hirsenstroh	42,266	19,437	0,777	37,520	61,703
Maisstroh	17,000	57,034	1,740	24,226	74,034

Die Stroharten unterscheiden sich daher sehr in der Menge der nahrhaften Bestandtheile; die meisten, durch bloßes Wasser ausziehbaren Bestandtheile besitzt das Erbsenstroh, die wenigsten das Roggen- und Weizenstroh; die Maisstängel enthalten in ihrem frischen, grünen Zustand ausgezeichnet viel Schleimzucker; nach Burger *) geben 100 Pfund frische, noch grüne Stängel zur Zeit der Blüthe beim Auspressen 45 Pfund Saft, aus welchem sich durch Eindicken 3 — 4 Pfund eines dicken Syrups darstellen lassen, der zum Theil sogleich krystallisirt; sie wurden daher auch schon zur Zuckerfabrication anempfohlen; im jungen Zustand dienen sie als sehr gutes Nahrungsmittel.

Die Asche dieser Stroharten wurde gleichfalls von Sprengel näher untersucht, er erhielt aus 100 Theilen der lufttrocknen Stroharten folgende Bestandtheile:

*) Burger über die Naturgeschichte und Benutzung des Mais. Wien 1809.

Bestandtheile	Kali	Natron	Kalkerde	Bittererde	Kieselerde	Thonerde	Eisenoxyd	Manganoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor	Summe der Asche
Rapsstroh	0,883	0,550	0,810	0,121	0,080		0,090		0,382	0,517	0,440	3,873
Weizenstroh	0,020	0,029	0,240	0,032	2,870		0,900		0,170	0,037	0,030	3,518
Roggenstroh	0,032	0,011	0,178	0,012	2,297		0,025		0,051	0,170	0,017	2,793
Gerstenstroh	0,180	0,048	0,554	0,076	3,856	0,146	0,014	0,020	0,160	0,118	0,072	5,244
Haferstroh	0,870	Spur	0,152	0,022	4,588	0,006	Spur	Spur	0,012	0,079	0,005	5,734
Bohnenstroh	1,656	0,050	0,624	0,209	0,220	0,010	0,007	0,005	0,226	0,034	0,080	3,121
Erbsenstroh	0,235	Spur	2,730	0,342	0,996	0,060	0,020	0,007	0,240	0,337	0,004	4,971
Wickenstroh	1,810	0,052	1,955	0,324	0,442	0,015	0,009	0,008	0,280	0,122	0,084	5,101
Linsenstroh	0,420	0,033	2,040	0,119	0,686		0,034	Spur	0,480	0,038	0,049	3,899
Buchweizenstroh	0,332	0,062	0,704	1,292	0,140	0,026	0,015	0,032	0,288	0,217	0,095	3,203
Hirsenstroh	0,623	0,086	0,590	0,370	2,186	0,010	0,025	0,030	0,030	0,775	0,130	4,855
Maisstroh	0,189	0,004	0,652	0,236	2,708	0,006	0,004	0,020	0,054	0,106	0,006	3,985

Die Stroharten aus der Familie der Gräser sind daher vorzüglich reich an Kieselerde, während die Stroharten aus der Familie der Hülsenfrüchte verhältnißmäßig reicher an Kalkerde und Phosphorsäure sind; am reichsten an eigentlichen Salzen ist das Rapsstroh; die meiste Bittererde enthält der Buchweizen.

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, daß der relative Werth, welchen die Stroharten als Futter besitzen, von dem Werth als verschieden angenommen werden muß, welchen sie als Streumaterial haben; als Futter dürften sie wohl in der Ordnung folgen: 1) Hirse, 2) Mais, 3) Linsen, 4) Wicken, 5) Erbsen, 6) Bohnen, 7) Raps, 8) Gerste, 9) Roggen, 10) Weizen, 11) Hafer, 12) Buchweizen; als Streumaterial dagegen in folgender Ordnung: 1) Raps, 2) Wicken, 3) Buchweizen, 4) Bohnen, 5) Linsen, 6) Hirse, 7) Erbsen, 8) Gerste, 9) Weizen, 10) Roggen, 11) Mais, 12) Hafer.

Wir müssen in Beziehung auf das Einzelne dieser Untersuchungen der Stroharten, so wie der oben erwähnten Futterkräuter, auf die angeführte Originalabhandlung von Sprengel selbst verweisen; der Raum würde es hier nicht gestatten, bei jeder Art weiter auf das Einzelne einzugehen.

Bestandtheile verschiedener Knollen- und Wurzelgewächse.

Bestandtheile der Kartoffeln (Solanum tuberosum).

§. 245. Die Bestandtheile der Kartoffeln sind außer wäßrigen Stoffen vorherrschend Stärke, mit einer stärkemehlartigen, etwas weichen Faser, etwas Schleim und Eiweiß; die stärkemehlartige Faser geht durch wiederholte Behandlung mit kaltem und siedendem Wasser größtentheils in einen auflöslichen Zustand über, sie muß daher gleichfalls zu den nahrhaften Bestandtheilen der Kartoffeln gerechnet werden. Wir besitzen namentlich von Pearson, Einhof, Lampadius und Körte nähere Untersuchungen über dieselben. Der letztere Chemiker fand bei einer vergleichenden Untersuchung von 55 Kartoffelarten *), die Menge der trockenen Substanz, welche sie in sich ausbilden, je nach ihrem verschieden reifen Zustand, sehr verschieden; die am vollkommensten ausgebildeten gaben 30 bis 32,2 Proc. trockene Substanz; die am wenigsten ausgebildeten nur 24 Proc., der Stärkegehalt selbst wechselte zwischen 7,8 und 15,9 Proc.; nach dem Mittel der sämmtlichen Versuche enthielten 100 Theile frische Kartoffeln 24,89 feste Theile, und diese enthielten 11,85 Theile Stärke.

Einhof und Lampadius erhielten bei Zerlegung einzelner Arten folgende Resultate; die 6 erstern der folgenden Analysen sind von Einhof, die 4 letztern von Lampadius.

---

*) Möglinische Annalen der Landwirthschaft. Jahrgang 1829. 24. Band, Seite 129.

Kartoffelarten	Wasser	Stärke	Weiche Faser	Eiweiß	Schleim und Extractivstoff
Rothe Kartoffel . . .	75,0	15,0	7,0	1,4	4,1
Gekeimte rothe Kartoffel	73,0	15,2	6,8	1,3	3,7
Keime derselben . . .	93,0	0,4	2,8	0,4	3,3
Große rothe Viehkartoffel	78,0	12,9	6,0	0.7	
Nierenkartoffel	81,3	9,1	8,8	0,8	
Zuckerkartoffel	74,3	15,1	8,2	0,8	
Peruvianische Kartoffel .	76,0	15,0	5,2	1,9	1,9
Englische Kartoffel . .	77,5	12,9	6,8	1,1	1,7
Zwiebelkartoffel . . .	70,3	18,7	8,4	0,9	1,7
Voigtländische Kartoffel .	74,3	15,4	7,1	1,2	2,0

Nach Vauquelins Versuchen enthalten die in Wasser löslichen Theile der Kartoffeln zugleich 1,4 Proc. schwarzgefärbten Eiweißstoff, freie Citronsäure, citronsaures Kali, 1,2 citronsauren Kalk, phosphorsaures Kali und phosphorsauren Kalk, 0,1 Proc. Asparagin; 0,4 bis 0,5 einer gummiähnlichen, stickstoffhaltigen, thierisch-vegetabilischen Substanz, mit einem bittern, harzigen Stoff. — Kochendes Wasser entzieht den Kartoffeln diese in Wasser auflöslichen Theile; zugleich gehen dadurch Stärke, Eiweiß und Faser durch Gerinnung des Eiweißes eine so innige Verbindung ein, daß das Product in Wasser nicht mehr lösbar ist, und die Stärke auch mit siedendem Wasser keinen Kleister bildet.

Werden Kartoffeln in eine Temperatur gebracht, die dem Gefrierpunkt nahe ist oder wenige Grade unter diesen sinkt und mit Thauwetter von 6 — 8° über Null wechselt, so nehmen die Kartoffeln einen süßlichen Geschmack an, gehen nach und nach in eine weinige und Essiggährung und zuletzt in Fäulniß über. Einhof fand bei diesen süßgewordenen Kartoffeln noch dieselbe Menge Stärke; der Zucker schien sich mehr auf Kosten des Schleims gebildet zu haben.

Bestandtheile der Erdäpfel, Helianthus tuberosus L.

§. 246. Diese unter dem Namen Erdbirn, Erdäpfel, Topinambur gebaute perennirende Pflanze unterscheidet sich wesentlich von den Kartoffeln, durch den Mangel an eigentlichem Stärkemehl, während sie dagegen weit mehr Schleimzuckertheile enthält; wir besitzen von Braconnot eine genaue Analyse derselben *); er fand in 100 Theilen derselben:

*) Annales de Chimie et Pharmacie. Avril 1824. 574.

77,200	Wasser	1,070	citronsaures Kali
14,800	Schleimzucker	0,120	schwefelsaures Kali
3,000	Inulin	0,080	salzsaures Kali
1,078	gummigen Stoff	0,060	phosphorsaures Kali
0,990	eigenthümlichen Stoff	0,030	apfelsaures Kali
1,220	Pflanzenfaser	0,080	citronsauren Kalk
0,300	Cerin	0,014	weinsteinsauren Kalk.
0,024	Kieselerde	0,145	eisenhalt. phosphors. Kalk,

nebst 0,060 eines fetten in Kali und Weingeist löslichen Oels. Der eigenthümliche in ihnen enthaltene Stoff hat eine schleimige Beschaffenheit, läßt sich aus dem ausgepreßten Saft der Wurzeln durch Säuren niederschlagen, wird getrocknet dunkel, oft schwärzlich und hat die Eigenschaft, Zuckerwasser statt in eine weinige, sogleich in eine saure Gährung zu versetzen.

Bestandtheile der Knollen der Dahlia pinnata Cav.

§. 247. Die Knollen dieser in Gärten häufig cultivirten Zierpflanze wurden in neuern Zeiten auch als Nahrungsmittel und Viehfutter in Vorschlag gebracht; nach Payens Untersuchungen nähern sie sich in ihren Bestandtheilen sehr den Knollen von Helianthus tuberosus L.; sie enthalten 76 Proc. Wasser und 10 Proc. Inulin, stickstoffhaltiges Eiweiß, ein fettes und ätherisches Oel, einen bittern gewürzhaften Stoff, mehrere pflanzensaure Salze, Salpeter, Kieselerde.

Bestandtheile der Bataten, Convolvulus Batatas L.

§. 248. Diese in wärmern Himmelsstrichen häufig angebaute Wurzel, welche in neuern Zeiten auch im südlichen Frankreich im Großen gebaut und bei uns hier und da in Gärten cultivirt wird, nähert sich durch ihren größern Stärkegehalt mehr den Kartoffeln, als beide vorhergehende Wurzelgewächse; nach einer Analyse von Henry *) enthalten 100 Theile derselben

73,12	Wasser	3,30	Schleimzucker
13,30	Stärke	1,12	gelben fettartigen Stoff
0,92	Eiweiß	0,05	gelbliches flüchtiges Oel
6,79	Faser	1,40	Salze, Kieselerde, Verlust.

Die Salze bestanden aus apfelsaurem, phosphorsaurem, salzsaurem, schwefelsaurem Kali, basisch-phosphorsaurem und apfelsaurem Kalk mit Spuren von Eisenoxyd und vielleicht Manganoxyd.

Bestandtheile der Runkelrüben (Beta Cicla altissima).

§. 249. Diese längst als Viehfutter und in neuern Zeiten auch so häufig zur Zuckerfabrication angebaute Pflanze enthält, außer Wasser, vorzüglich viel krystallisirbaren Zucker; Hermbstädt fand

*) Journal de Pharmacie. 1825. Mai. 245.

in 100 Theilen der frischen Rüben, welche auf mit Kuhmist mäßig gedüngtem, sandigen Lehmboden gezogen worden waren:

80,0 Wasser	1,25 gummiartigen Schleim
4,5 krystallisirbaren Zucker	0,50 ätzenden Stoff mit Salzen
3,5 Schleimzucker mit Glycion	6,25 Pflanzenfaser mit etwas Stärke und Eiweiß.
1,25 Pflanzeneiweiß	

Nach Payens neuern Untersuchungen enthält der Saft der Runkelrüben auch Gallertsäure, eine stickstoffhaltige Materie, einen aromatischen Stoff, einigen rothen, gelben und braunen Farbstoff, einen fetten Stoff; die Salze bestehen aus 1) saurem apfelsauren Kali, Ammoniak, Kalk und Eisenoxyd, 2) salzsaurem Kali, 3) salpetersaurem Kali und salzsaurem Ammoniak, 4) apfelsaurem Kalk, 5) phosphorsaurem Kalk.

Merkwürdig ist es, daß der Zuckergehalt der Runkelrüben je nach den Bestandtheilen des Bodens und dem Dünger, der darauf angewandt wird, viele Verschiedenheit zeigt, die bei der Cultur derselben vorzüglich berücksichtigt werden müssen. — Sehr fetter, thonreicher Boden ist nicht zur Cultur der Runkelrüben geeignet, wenn Zucker daraus geschieden werden soll; sie werden auf solchem Boden stets wäßrig und geben wenig Zucker. Gemäßigten Thonboden, der ungefähr 50 Procent Sand enthält, fand Hermbstädt *) zu ihrer Cultur am geeignetsten; sehr fett gedüngter Boden giebt einen sehr reichen Ertrag, aber sehr zuckerarme Rüben. Schafmist und Pferdemist, wenn fett damit gedüngt wird, liefern oft Rüben, die keine Spur von Zucker enthalten, deren Saft dagegen vielen Salpeter enthält; mäßige Düngung mit Pflanzencompost, höchstens mit Kuhmist, liefert die zuckerreichsten Rüben; sie liefern unter günstigen äußern Verhältnissen 5 bis 6 Procent krystallinischen Zucker, außer dem Schleimzucker; bei der Zuckerfabrikation zu Althaldensleben wurden im Großen im Mittel 5,58 Procent Zucker producirt (siehe den 5ten Bd. der Encyklopädie für landwirthschaftliche Gewerbe S. 110.)

Nicht weniger merkwürdig ist es, daß sich der Zuckergehalt der Runkelrüben bedeutend vermindert, wenn sie längere Zeit aufbewahrt werden; dieselben Rüben, welche im October, November und December eine sehr reiche Ausbeute an krystallisirbarem Zucker liefern, geben im Januar verarbeitet 30. im Februar 50 Procent weniger und im März kaum noch eine Spur von Zucker; ein zuverlässiger Beweis, daß mit der Entwickelungsperiode im herannahenden Frühling eine Veränderung ihrer Grundmischung vorgeht. Die Schnelligkeit, womit der Saft verarbeitet wird, hat gleichfalls auf den Zuckergehalt Einfluß; steht der Rübenbrei nur zwei Stunden lang, ohne ausgepreßt zu werden, so liefert der Saft viel Schleimzucker, aber sehr wenig krystallisirbaren Zucker.

---

*) Verhandlungen zur Beförderung des Gartenbaues in Preußen. 6. Bd. Seite 407 und 411. Berlin 1830.

Bestandtheile der gelben Rüben, Möhren, Daucus Carota L.

§. 250. Die Möhre findet sich in Deutschland vorzüglich in 2 Varietäten; die wildvorkommende Art hat eine kleine gelblich weißgefärbte Wurzel, welche nicht als Nahrungsmittel benutzt werden kann; die cultivirte hat eine mehr oder weniger lebhaft gelbgefärbte Wurzel, welche in verschiedenen Varietäten häufig als Nahrungsmittel angewandt wird. Hermbstädt fand sie in 100 Theilen bestehend aus

80,0	Wasser	0,35	gerinnbarem ätherischen Oel
6,3	Schleimzucker	1,50	mannaähnlichem Stoff
1,75	gummiartigem Schleim	9,00	Pflanzenfaser mit etwas Stärke und Eiweißgehalt.
1,10	Eiweiß		

Sie enthält gleichfalls Gallertsäure; der mannaartige Stoff ertheilt ihnen den eigenthümlich süßen Nebengeschmack; Wackenroder schied in neuern Zeiten aus ihm einen eigenthümlichen, in schönen purpurrothen Krystallen darstellbaren Stoff, welchen er Carotin nannte.

Bestandtheile der Wasserrübe, schwedischen Rübe und Kohlrübe (Brassica Rapa L. und Napobrassica Müll.)

§. 251. Von der Wasserrübe oder weißen Rübe, Brassica Rapa L.; der sogenannten schwedischen Rübe oder Rutabaga und Kohlrübe, welches beides als Unterarten der Brassica Napobrassica Müllers angenommen werden, besitzen wir gleichfalls nähere Analysen von Hermbstädt; er fand in 100 Theilen dieser drei Rüben folgende Bestandtheile

Bestandtheile	Weiße Rübe	Kohl-Rübe	Schwedische Rübe
Wasser	79,0	78,0	80,0
Schleimzucker mit Glycion	8,0	9,0	9,0
Gummiartiger Schleim .	2,5	3,5	3,0
Eiweißstoff	2,5	2,5	2,0
Salzige Stoffe . . .	1,5	0,5	0,5
Pflanzenfaser mit Stärke	7,2	6,0	5,3
Verlust	0,3	0,5	0,2

Sie enthalten zugleich einen riechenden Stoff, welcher jeder Art eigenthümlich ist.

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, daß diese 3 Rüben sehr ähnliche Bestandtheile besitzen; im Gehalt an Schleimzucker und salzigen Stoffen nähern sich beide letzte Arten am meisten.

Bestandtheile der Pastinakwurzel (Pastinaca sativa).

§. 252. Die Pastinakwurzel wird als Nahrungsmittel benutzt, sie soll für milchende Kühe ein vorzüglich gutes Futter geben;

Crome *) untersuchte die Spielart mit länglich spindelförmiger weißgrauer Wurzel; er fand sie in 100 Theilen bestehend aus

79,45	Wasser	3,57	Schleim mit Seifenstoff
2,09	Eiweiß	2,54	Gummi mit Extractivstoff
1,76	grauem Satzmehl	5,12	Pflanzenfaser
5,47	Schleimzucker		etwas ätherischem Oel.

Wird die Wurzel mit Wasser destillirt, so gewinnt man etwas von diesem ätherischen Oel, welchem diese Wurzel ihren eigenthümlichen Geruch verdankt.

Aehnliche Bestandtheile besitzen die Wurzeln verschiedener anderer als Nahrungsmittel angewandter Doldengewächse, namentlich die Wurzeln von Sellery und Petersilien (Apium graveolens L. und Petroselinum L.), die Wurzel der Zuckerwurz (Sium sisarum L.), des Kümmels (Carum Carvi L.), des Anis (Pimpinella Anisum L.), des Dills und Fenchels (Anethum graveolens und Foeniculum L.); alle diese Pflanzen besitzen, außer ihren wäßrigen und schleimigen Bestandtheilen, gewisse eigenthümliche Geruchstoffe und mehrere wirklich ätherische Oele; letztere besitzen sie gewöhnlich in größerer Menge in ihren Samen, als in ihren Wurzeln.

Bestandtheile der Schwarzwurzel (Scorzonera hispanica).

§. 253. Die Wurzel dieser als Gemüs häufig benutzten Pflanze enthält vorzüglich viel Schleim mit einer weichen Faser, die sich beim Kochen erweicht, und daher gleichfalls zu den nahrhaften Bestandtheilen dieser Pflanze gerechnet werden muß; Juch fand sie in 100 Theilen bestehend aus

32	Theilen Wasser	3	Theilen Harz
10	— Schleim	46	— weicher Faser
9	— Stärke		mit etwas süßlichem Stoff.

Der süßliche Stoff ist vorzüglich im Schleim enthalten; sie gehört zu den nahrhaftern, leicht verdaulichen Wurzelgewächsen.

Bestandtheile der Erdnüsse (Lathyrus tuberosus L.).

§. 254. Diese durch ihre schönen rothen Blüthen ausgezeichnete, in unsern Getreidefeldern nicht selten wild vorkommende Platterbse, entwickelt süß angenehm schmeckende, nahrhafte Wurzelknollen. Braconnot fand **) in ihnen bei einer nähern Analyse

65,6	Wasser	0,04	apfelsaures Kali
16,80	Stärke	0,02	phosphorsaures Kali
2,80	Eiweiß	0,04	schwefelsaures Kali
3,00	thierischen Stoff	0,02	salzsaures Kali
5,04	Holzfaser	0,36	kleesauren Kalk
6,00	Zucker	0,10	phosphorsauren Kalk,

*) Hermbstädts Archiv der Agrik. Chemie 4ter Band S. 342.

**) Annales de Chimie et Pharmacie T. VIII. p. 241.

mit 0,18 Procent eines braunen ranzigen Oels und wachsartigem Fett und einer Spur eines riechenden Princips.

Bestandtheile der Erdmandeln (Cyperus esculentus L.)

§. 255. Die Knollen dieser in Deutschland hier und da cultivirten Grasart zeichnen sich durch ihr fettes Oel merkwürdig vor den übrigen Wurzeln unseres Climas aus, sie nähern sich dadurch wirklich etwas den Mandeln. Juch fand in ihnen $\frac{1}{10}$ ihres Gewichts fettes Oel; er erhielt aus 100 Theilen der frischen Wurzeln

30 Wasser	11 Stärke
5 fettes Oel	47 Pflanzenfaser mit einem
7 Schleim	kleberartigen Stoff.

Das durch Auspressen aus ihnen darzustellende Oel ist goldgelb, von 0,918 spec. Gewicht, von angenehmen Geruch und Geschmack; es ist etwas nach Haselnüssen riechend, und hat einen schwach kampherartigen Beigeschmack.

Bestandtheile der Wurzel der Rohrkolbe (Typha latifolia L.).

§. 256. Die Wurzel dieser in Deutschland nicht selten vorkommenden Schilfpflanze wurde in neuern Zeiten zur Verwendung auf Stärke in Vorschlag gebracht; wir besitzen von Lecoq *) eine vergleichende Analyse der im April und December gesammelten Wurzeln; er fand in 100 Theilen der frischen Pflanze folgende

Bestandtheile im	April	December
Wasser	73,0	73,0
Stärkemehl	10,8	12,5
Holzfaser	13,0	13,0
Gummi, Zucker, Gerbstoff mit apfelsaurem Kalk	3,2	1,5

Die Holzfaser lieferte eine Asche von kohlensaurem und schwefelsaurem Kali, Kieselerde, Bittererde und Eisenoxyd. Die im December gesammelte Wurzel ist daher reicher an Stärkemehl, 100 Theile der getrockneten Wurzel enthalten nach Verflüchtigung des Wassers 46,3 Proc. Stärke; die im April gesammelte ist verhältnißmäßig reicher an schleimigen, in Wasser auflöslichen Bestandtheilen.

Bestandtheile der Aronswurzel (Arum maculatum L.)

§. 257. Die Aronswurzel gehört zu den an Stärkemehl reichern Wurzeln der in Deutschland wildwachsenden Pflanzen; im frischen Zustand enthält die Wurzel zugleich einen sehr scharf schmeckenden Milchsaft, dessen Schärfe jedoch so flüchtig ist, daß sie sich schon beim Zerreiben und Auspressen der Wurzel verflüchtigt. Buchholz **) fand in 100 Theilen der getrockneten Wurzel

*) Journal de Chimie méd. 1828. Avril p. 177.
**) Buchholz Almanach für Scheidekünstler 1810. S. 122.

71,4	Stärke mit Feuchtigkeit	18,0	bassorinartigen Gummi
5,6	Gummi	4,4	schleimzuckerartigen Extractiv-stoff.
0,6	fettes Oel		

Sie würde sich daher allerdings mit Vortheil auf Stärke benutzen lassen.

Bestandtheile der Knollen des Wasserwegerigs (Alisma plantago).

§. 258. Auch die knollenartigen Wurzeln des Wasserwegerigs enthalten in ihren Wurzeln außer schleimigen Bestandtheilen vorzüglich vieles Stärkemehl; Keljubin*) fand in 100 Theilen der Wurzeln

20	gewöhnliche Stärke	23,0	Schleim
28	faserartige Stärke	2,6	eigenthümliches Harz
22	Pflanzeneiweiß	4,4	Verlust,

mit Spuren eines ätherischen Oels, welchem diese Wurzel ihren eigentlichen Geruch verdankt. Nach Juch beträgt die Menge dieses Oels 0,052 Procent der frischen Wurzel; es ist dickflüssig und hat einen starken, der Wurzel ähnlichen, durchdringenden Geruch.

Bestandtheile der Calmuswurzel (Acorus Calamus).

§. 259. Die Wurzeln dieser nicht selten in unsern Sümpfen vorkommenden Pflanze sind längst durch ihre gewürzhaften Bestandtheile bekannt, weßwegen sie auch nicht selten cultivirt und angewandt werden. Trommsdorff**) fand in 100 Theilen der frischen Wurzel

65,7	Wasser	1,6	inulinartiges Satzmehl
2,3	Weichharz	5,5	Gummi mit etwas phosphorsaurem Kali
21,5	Holzfaser	3,3	süßlich scharfen Extractivstoff,

mit 0,04 Procent eines eigenthümlichen hellgelben ätherischen Oels von gewürzhaftem, bitterlich brennendem, etwas kampherartigem Geschmack von 0,899 spec. Gewicht; der Extractivstoff enthielt zugleich etwas salzsaures Kali.

Bestandtheile der Wurzelsprossen der Spargel (Asparagus officinalis.)

§. 260. Die jungen unausgebildeten Wurzelsprossen der Stängel dieser Pflanze sind ein sehr geschätztes Nahrungsmittel; sie zeichnen sich durch ihre Wirkung auf den Urin aus, dem sie zugleich einen eigenthümlichen Geruch ertheilen; sie enthalten nach einer Untersuchung von Hermbstädt in 100 Theilen

90,494	Wasser	1,954	Pflanzenfaser
2 213	Gummi mit Salzen	4,818	Extractivstoff mit etwas Schleimzucker und Salzen.
0,521	Eiweiß		

*) Scherers nordische Annalen III. und Berliner Jahrb. XXIV. S. 175.
**) Trommsdorff Jahrb. XVIII. St. 2. S. 119.

Vauquelin und Robiquet fanden im Saft der Spargel zugleich einen eigenthümlichen krystallisirbaren Stoff, das Asparagin; es besitzt im reinen Zustand einen etwas ekelerregenden Geschmack und erregt die Speichelabsonderung.

Stärkemehlgehalt verschiedener auf ihre übrigen Bestandtheile noch nicht näher untersuchter Pflanzen.

§. 261. Das Stärkemehl gehört zu den wichtigern nähern Bestandtheilen der Pflanzen, indem von ihm häufig ihre Anwendbarkeit als Nahrungsmittel oder ihr Gebrauch zu verschiedenen andern technischen Zwecken, zum Bierbrauen, Branntweinbrennen, zur Stärkefabrication abhängig ist; wir theilen daher hier noch den Stärkemehlgehalt einiger in Deutschland wild vorkommenden oder leicht zu cultivirenden Pflanzen mit, über welche wir zwar noch keine vollständig durchgeführten Analysen besitzen, welche aber vor Kurzem von Waltl *) in Beziehung auf diesen Bestandtheil näher untersucht wurden; sie sind hier nach der Menge ihres Stärkemehls geordnet.

Pflanzen und deren Theile	Stärkegehalt
Rispenhirse, Panicum miliaceum L., Same . .	77 Proc.
Gichtrose, Paeonia officinalis L., Wurzel . . .	64 —
Kichern, Cicer arietinum L., der ganze Same .	44 —
Eßbare Kastanie, Fagus Castanea L., die Frucht .	40 —
Weiße Schwertlilie, Iris florentina L., die Wurzel .	39 —
Herbstzeitlose, Colchicum autumnale L., Wurzel .	32 —
Tollkirsche, Atropa Belladonna, Wurzel . . .	30 —
Weiße Wasserrose, Nymphaea alba, Wurzel . .	15 —
Engelsüß, Polypodium vulgare L., Wurzel . .	14 —
Meerrettig, Cochlearia Armoracea L., Wurzel .	9 —
Sandsegge, Carex arenaria L., Wurzel . . .	6,7 —
Sellery, Apium graveolens L., Wurzel . . .	3,5 —

Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, daß die Hirse zu den an Stärke reichsten Getreidearten gehört, welche sich in dieser Beziehung zunächst an den Reiß (§. 214. oben) anreiht; die Wurzel der weißen Wasserrose enthält zugleich Gerbstoff und Gallussäure, weßwegen sie auch in einigen Gegenden zum Schwarzfärben angewandt wird; Meerrettig und Sellery bilden durch die in ihnen zugleich enthaltenen feinern flüchtigen und ätherischen Stoffe, mehr gewürzhafte Nahrungsmittel.

*) Das Amylon und Inulin von Dr. Waltl. Nürnberg 1829, bei Riegel.

Zweite Abtheilung.

Bestandtheile der für die Forstwissenschaft wichtigeren Producte des Pflanzenreichs.

§. 262. Die Anwendung der Chemie auf die Kenntnisse und Beurtheilung der Gegenstände des Forstwesens, so weit diese auf chemischen Grundsätzen beruhen, wird oft auch ausschließend Forstchemie genannt; sie fließt in so vielen Beziehungen mit der übrigen Agriculturchemie zusammen, daß wir hier auf manche der oben abgehandelten Abschnitte verweisen müssen; namentlich war von den Bestandtheilen des Bodens und dessen Untersuchung und Classification schon näher in dem 1 — 4. Abschnitt der Agronomie die Rede, von den Bestandtheilen mehrerer Baumfrüchte in §. 225. — §. 234., mehrerer Baumblätter in §. 242. und der dazu gehörenden Tabelle; wir werden daher hier vorzüglich diejenigen Bestandtheile und Producte der Bäume, Straucharten und Waldgewächse noch näher betrachten, deren Kenntniß für den Forstmann theils in pflanzenphysiologischer, theils in technischer Beziehung von Wichtigkeit, oder die damit in nächster Beziehung stehen.

Bestandtheile der Bäume und vorzüglichern Forstgewächse.

§. 263. Der vorherrschende Bestandtheil der Bäume ist Kohlenstoff, der den wesentlichsten Bestandtheil ihres Holzes bildet und von dem ihre Brennbarkeit vorzüglich abhängig ist; zugleich enthalten sie mehrere Nebenbestandtheile, Gerbstoff, Harze, Zucker, Farbstoffe, wodurch sie oft in technischer Beziehung manche Anwendungen finden; nicht weniger wichtig sind oft die Producte, welche man bei ihrer Verkohlung und Einäscherung erhält; wir werden sie daher in diesen verschiedenen Rücksichten hier näher betrachten.

Bestandtheile verschiedener Baumsäfte.

a) Wäßrige Säfte der Laubholzarten.

§. 264. Die Bäume und Straucharten der Laubholzarten besitzen nicht selten die Eigenschaft, beim Anbohren im Frühling vor Ausbruch der Blätter, eine oft bedeutende Menge Saft ausfließen zu lassen; man nannte diesen Saft im Gegensatz der dickern, mehr verarbeiteten, oft milchenden Säfte mancher Pflanzen in neuern Zeiten auch ausschließend Holzsaft oder rohen Saft (Succus xylinus Schulz); er ist gewöhnlich klar und wasserhell, oft neutral, ohne freie Säure; nicht selten enthält er aber auch etwas freie Säure, namentlich etwas Apfelsäure, Essigsäure, Kohlensäure; fixe Stoffe enthalten sie gewöhnlich sehr wenig, oft beträgt deren Menge kaum ein Procent; er wechselt bei verschiedenen Bäumen, so weit wir bis jetzt nähere Untersuchungen hierüber besitzen, von 0,2 bis

3,7 Proc.; mehrere enthalten außer einigen Salzen und Extractivstoff etwas Zucker, oft in Verbindung mit Schleim, wodurch sie die Fähigkeit haben, in weingeistige Gährung überzugehen; manche enthalten auch Gerbstoff. Die nähern Verschiedenheiten der Säfte mehrerer Bäume ergeben sich aus folgender Zusammenstellung, die Säfte der Ahorne nach den Untersuchungen von Hermbstädt *), die der übrigen Bäume nach Vauquelin **), das Thränenwasser der Weinreben nach Geigers ***) Untersuchungen.

Saft von	Fixe Stoffe in 1000 Theilen	Farbe	Geschmack	Vorherrschende Bestandtheile
Acer dasycarpum Ehrh.	37,07	farblos	süßlich	Das specifische Gewicht des Saftes dieser Bäume wechselte von 1,003 bis 1,006.
— saccharinum L.	31,04	—	—	
— Negundo	24,98	—	—	
— platanoides	24,98	—	—	
— tartaricum	34,03	—	—	
— pseudoplatanus	21,93	—	—	
— rubrum	21,93	—	—	
— campestre	21,93	—	—	
Fagus sylvatica im Frühling	20,92	röthlichgelb,	adstringirend	Etwas freie Säure und Gerbstoff.
— — — im November	22,81	dunkler		
Ulmus campestris im Mai	10,67	röthlichgelb,	schleimig	Etwas freie Säure, viel essigs. Kali.
— — — im Novemb.	8,92	—	—	
Betula alba im Frühling	8,73	farblos	süßlich	Schleimzucker, etwas Essigsäure.
Carpinus Betulus im Frühling	2,11	farblos	süßlich	Zucker, Gummi, Extractivstoff.
Vitis vinifera L. im Frühling	5,30	farblos	säuerlich	Freie Apfelsäure mit apfelsauren und weinsteinsauren Salzen.

Beim Eindicken des Safts der Ahornarten wurden die Syrupe von Acer rubrum und Pseudoplatanus braungelb und erhielten neben der Süßigkeit, einen etwas herben Beigeschmack; die Syrupe der 6 übrigen Ahornarten wurden weingelb und erhielten einen rein

*) Archiv der Agriculturchemie 4ter Band S. 437.
**) Scherers Journal. Jahrg. IV. S. 82.
***) Schweiggers Journal der Chemie, Bd. XV. S. 481.

zuckerartigen Geschmack. Die Bäume dieser Ahornarten hatten ein Alter von 30 bis 40 Jahren und einen Durchmesser von 9 bis 12 Zoll; sie gaben im Mittel in einem Frühjahr 75 bis 100 Pfund Saft, jedes Pfund Saft gab 1 bis $1\frac{1}{2}$ Loth trocknen Zucker; von jedem einzelnen Baum können daher von den zuckerreichern Arten im Durchschnitt jährlich $2\frac{1}{4}$, 3 bis $3\frac{1}{2}$ Pfund Zucker gewonnen werden; in Nordamerica werden daher diese zuckerreichern Ahornarten längst im Großen auf Zucker benutzt.

b) Harzführende Säfte der Nadelhölzer.

§. 265. Werden Fichten und andere Nadelholzarten im Frühling verwundet und ihre Rinde angeritzt, so fließen aus ihnen harzhaltige Säfte mit ätherischem Oel innig gemengt, welche unter dem Namen roher Terpentine oder natürliche Balsame (§. 549. der Agriculturchemie S. 228) bekannt sind; sie zeigen je nach den Bäumen, aus welchen sie gewonnen werden, viele Verschiedenheiten; sie sind im Allgemeinen gelblichweiß, dickflüssig, zäh, sehr klebrig und fadenziehend, besitzen einen starken Geruch und Geschmack nach Terpentinöl und trocknen an der Luft zu einem gelblichweißen Harz aus; durch Destillation läßt sich aus ihnen das Terpentinöl absondern, wobei das reine Harz als Colophonium zurückbleibt.

Verschiedene Terpentinarten.

§ 266. Die wichtigern Terpentinarten sind folgende:

Der gemeine Terpentin aus Fichten und Tannen ist von graugelber Farbe, er enthält wenig Terpentinöl; gewöhnlich wird er im Großen, nachdem er über Feuer mit etwas Wasser geschmolzen wurde, mittelst Filtriren durch Stroh oder mittelst Pressen durch einen Sack von den beigemengten Unreinigkeiten gereinigt; am ergiebigsten an rohem Terpentin sind von unsern inländischen Nadelhölzern die Fichten, Pinus sylvestris L., die daher auch gewöhnlich zu dessen Gewinnung benutzt werden.

Der Straßburger Terpentin; er wird aus der Weißtanne, Pinus Picea L., bereitet; er ist durchscheinend, weißgelb, ziemlich dünnflüssig, von angenehmen, frisch etwas citronartigem Geruch und hervorstechend bitterem Geschmack; er wird im Alter dunkler und dickflüssiger.

Der venetianische Terpentin; er wird im südlichen Europa von Pinus Larix gewonnen; er unterscheidet sich vom gewöhnlichen Terpentin durch seine Durchsichtigkeit, geringere Zähigkeit und mehr angenehmen Geruch; er ist ziemlich klar durchscheinend, von weißlichgelber Farbe, von beißend erwärmendem bitterlichem Geschmack, mit einem etwas citronähnlichen eigenthümlichen harzigen Geruch; er giebt bei der Destillation $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ Terpentinöl.

Der cyprische Terpentin wird aus Pistacia Lentiscus L. gewonnen; er ist dicker und zäher als der venetianische, durchsichtig, von weißer ins Gelbe, zuweilen auch ins Blaue und Grüne spie-

lender Farbe, von starkem, angenehmen, jasminartigem Geruch und von erwärmendem, stechendem, etwas bitterlichem, nicht scharfem Geschmack.

Der amerikanische Terpentin wird von der in Deutschland auch hier und da cultivirten Weymuthskiefer, Pinus Strobus L., gewonnen; er ist ungemein klar und flüssig und liefert viel Terpentinöl.

Weißes Harz, weißes Pech, gekochter Terpentin.

§. 267. Wird Terpentin der freien Luft ausgesetzt, so verflüchtigt sich aus ihm das Terpentinöl nur zum Theil und es bleibt dann das sogenannte weiße Harz, Galipot, resina alba, zurück; kocht man den Terpentin mit Wasser, so sondert sich mehr Terpentin ab; man erhält dadurch den sogenannten gekochten Terpentin.

Das sogenannte weiße oder burgundische Pech ist Terpentin, der für sich in einem Kessel geschmolzen und unter fortwährendem Umrühren mit Wasser bis zum Verdampfen von allem Wasser gekocht und darauf durch Stroh filtrirt wird.

Geigenharz oder Colophonium.

§. 268. Erhält man das weiße Harz oder den gekochten Terpentin über dem Feuer bis zum Braunwerden und völligen Verschwinden des Terpentinöls, so bleibt das reine Harz zurück, was unter dem Namen des Geigenharzes (Colophonium) bekannt ist; es ist in größern Stücken dunkelbraun oder gelb und undurchsichtig, in dünnern Schichten und Stücken ist es rothgelb und durchscheinend, von Glasglanz und flachmuschligem Bruch, spröde von weißgelblichem Strich ohne merklichen Geruch und Geschmack, nach Brisson von 1,0727 spec. Gewicht; es wird bei 55° R. zäh, bei 108° R. ganz flüssig; wird es einige Zeit gekocht, so erhält es zuletzt eine rothgelbe Farbe, wobei sich noch etwas Oel und Wasser zu verflüchtigen und schon eine Zersetzung anzufangen scheint. Thomson fand das gewöhnlich im Handel vorkommende Colophonium und das zuvor gekochte Colophonium in folgendem Verhältniß zusammengesetzt

in 100 Theilen	Kohle	Wasserstoff	Sauerstoff
des gewöhnlichen Colophoniums	63,16	11,41	25,43
des länger gekochten	48,98	2,04	48,98

Bei einer höhern Temperatur verbrennt es mit einer viel Ruß absetzenden Flamme.

Terpentinöl, Terpentinspiritus.

§. 269. Wird die Abscheidung des Terpentinöls aus dem reinen Terpentin in Destillirblasen vorgenommen, wobei man dem Terpentin gewöhnlich zur Hälfte seines Gewichts Wasser zusetzt, so

geht das Terpentinöl in die Vorlage über; das zuerst übergehende ist wasserklar und wird in diesem reinen Zustand auch Terpentinspiritus genannt; gegen das Ende der Destillation geht ein gelbliches, mehr zähes Oel über, das schon einige Harztheile beigemengt enthält.

Das reine Terpentinöl ist wasserhell, sehr flüchtig, von eigenthümlichem, etwas widrigem Geruch und sehr brennendem, terpentinartigem Geschmack, bei 15° R. nach Schmidt von 0,8884 spec. Gewicht; es ist mit Alkohol, Aether und ätherischen Oelen vollkommen mischbar, siedet bei 120° R., besteht nach Ure aus 84,9 Kohlenstoff, 11,5 Wasserstoff und 3,6 Sauerstoff und verbrennt bei höherer Temperatur mit einer viel Ruß absetzenden Flamme.

Bestandtheile der Rinde der Bäume.

§. 270. Die Rinden der Bäume enthalten oft vorzüglich wirksame Bestandtheile, namentlich enthalten sie oft Gerbstoff, Galussäure, Farbestoffe, bittere und andere auf den thierischen Körper eigenthümlich wirkende Stoffe, wodurch manche derselben auch als Medicamente von Wichtigkeit werden; die Rinde des Seidelbastes, Daphne Mezereum, enthält eine eigenthümliche Schärfe, die Rinde vom Prunus Padus L. etwas Blausäure; vorzüglich wirksame Stoffe enthalten manche Rinden südlicher Himmelsstriche, welche deswegen auch längst zu uns eingeführt werden, Zimmt, China, Angustura und einige andere.

In forstwirthschaftlicher Beziehung ist es vorzüglich von Wichtigkeit, auf diejenigen Stoffe näher Rücksicht zu nehmen, welche in technischer Beziehung bei Gewerben, in Lohgerbereien und Färbereien von Wichtigkeit werden können; eine besondere Berücksichtigung verdient daher ihr Gehalt an Gerbstoff, Gallussäure und an Farbestoffen.

Gerbstoffgehalt mehrerer Rinden.

§. 271. Um eine Rinde oder einen Pflanzenstoff überhaupt auf Gerbstoff zu prüfen, verkleinert man etwas von der Rinde, übergießt sie mit destillirtem Wasser und läßt sie in mäßiger Wärme 24 Stunden lang stehen, filtrirt die Auflösung und versetzt sie mit einer Auflösung von Hausenblase. Findet sich darin Gerbstoff, so fällt dieser in Verbindung mit der Gallerte in gegerbten Flocken zu Boden; 100 Theile dieses Niederschlags enthalten 46 Theile Gerbstoff und 54 Gallerte.

Enthält die Auflösung nur wenig Gerbstoff, so bildet sich bei diesem Verfahren nur ein sehr schwacher Niederschlag, der von dem Filter nicht ganz zurückgehalten wird; in diesem Fall giebt die Gewichtszunahme einen richtigern Maaßstab für die Menge des Gerbstoffs, welche eine frisch enthärte thierische Haut durch Einweichen in der gerbstoffhaltigen Flüssigkeit erleidet; je schwerer sie durch dieses Einweichen wird, desto mehr Gerbstoff hat sie absorbirt; die Gewichtszunahme durch Absorption des Gerbstoffs kann bis $\frac{1}{3}$ des

ewichts der Haut betragen, wenn die Haut zuerst im ungegerbten, id dann im gegerbten Zustand, als Leder im trockenen Zustand wogen wird.

Die Menge des Gerbstoffs ist in den verschiedenen Rinden-ichten etwas verschieden; auch nach den verschiedenen Jahreszeiten sie etwas veränderlich; die innersten Rindenlagen enthalten nach n Untersuchungen von Davy gewöhnlich die größte Menge Gerb-ff. Den meisten Gerbstoff enthalten sie im Frühling, zur Zeit, :nn sich die Knospen öffnen; den wenigsten enthalten sie im Win-:; bei kalter Frühlingswitterung ist er gleichfalls geringer.

Folgende Uebersicht enthält eine nach der Menge des Gerbstoffs ordnete Zusammenstellung des Gerbstoffgehalts verschiedener Rin-n in Vergleichung mit einigen andern gerbstoffreichen Pflanzen-ffen nach den Versuchen von Davy und Gassicourt. Beide Che-iker bestimmten die Menge des Gerbstoffs nach der Menge des iederschlags, welche eine Leimauflösung mit einer Abkochung dieser toffe gab; der letztere Chemiker gab blos die Menge des Nieder-lags selbst an, nach welchem wir hier den Gerbstoffgehalt nach m oben angeführten Verhältniß berechneten, daß 100 Theile des-ben 46 Theile Gerbstoff enthalten. Die von Davy erhaltenen esultate sind durch D., die von Gassicourt durch G. bezeichnet.

Untersuchte Pflanzentheile	Gerbstoff Proc.
itechu, eingedickter Saft der Mimosa Catechu L. aus Bombay	54,3 D.
itechu, eingedickter Saft der Mimosa Catechu L. aus Bengalen	48,1 D.
alläpfel	39,5 G.
alläpfel von Aleppo	26,4 D.
›rmentillwurzel von Tormentilla erecta L. . . .	23,0 G.
lenrinde	16,5 G.
umach aus Malaga	16,4 D.
umach aus Sicilien	16,2 D.
;eiße innere Rinde einer jungen Eiche	16,0 D.
;eiße innere Rinde einer alten Eiche	15,0 D.
anze Rinde der Eiche	6,3 D.
efärbte mittlere Rinde der Eiche	4,0 D.
;eiße innere Rinde des ächten Kastanienbaums .	15,2 D.
anze Rinde des ächten Kastanienbaums . . .	4,3 D.
efärbte mittlere Rinde desselben	3,0 D.
inde des Aprikosenbaums	14,7 G.
ranatschalen	14,7 G.
irschbaumrinde	10,0 G.
ouchong-Thee	10,0 G.
rüner Thee	8,5 D.
inde von Cornus mascula L.	8,7 G.
inde von Salix babylonica L.	7,3 G.

Untersuchte Pflanzentheile	Gerbstoff Proc.
Rinde der Leicasterweide	6,8 D.
Rinde von der Coriaria myrtifolia L.	6,0 G.
Rinde der grünen Eichenschalen	4,6 G.
Rinde des Vogelbeerbaums	3,6 G.
Rinde der Espe, Populus tremula L.	3,3 D.
Rinde des Schwarzdorns, Prunus spinosa L. . .	3,3 D.
Rinde der italiänischen Pappel	3,1 D.
Rinde der Haselstaude	2,7 D.
Rinde einer gemeinen Weide von großem Wuchs .	2,2 D.
Rinde des unächten Platanus	2,2 D.
Rinde der Buche	2,0 D.
Rinde der Roßkastanie	1,8 D.
Rinde der Birke	1,6 D.
Rinde der Lerche im Herbst gefällt	1,6 D.

Bei der Rinde der Esche, der Robinia Pseudoacacia und Caragana, Phylliraea latifolia, Sophora japonica, Celtis cordata und occidentalis war nach Gassicourt die Trübung der Leimauflösung und die Wirkung auf die Eisenauflösung sehr schwach. Die Rinden von Acer Negundo L., Pseudoplatanus, campestre, montanum, rubrum, Rhus Cotinus, Gleditschia triacanthos, Ligustrum vulgare und Liriodendron tulipifera L. schwärzten zwar merklich die Eisenauflösung, trübten die Leimauflösung jedoch nicht so stark, daß sich ein Niederschlag hätte vereinigen lassen.

Gallussäuregehalt der Rinden.

§. 272. Die Gallussäure läßt sich in einer Flüssigkeit erst nach Fällung des Gerbstoffs näher finden, indem der Gerbstoff die Eisenauflösungen ebenfalls schwarz fällt; man versetzt daher erst den Ueberrest der Flüssigkeit, aus welchem die Leimauflösung nichts mehr fällte, nachdem man das Gefällte durch ein Filtrum von der übrigen Flüssigkeit getrennt hat, mit schwefelsaurem, oder salzsaurem Eisen; entsteht eine schwarze Farbe, so spricht dieses für die Gegenwart der Gallussäure.

Die Gallussäure findet sich in mehrern Rinden ungefähr in demselben Verhältniß, wie der Gerbestoff; am meisten enthält nach Biggin's Versuchen unter den Rinden der Sumach, nach ihm folgen der Reihe nach die Rinden der Eiche, Esche, Haselstaude, Weide, Pappel, Saalweide, Pflaume, Ulme, Buche, Roßkastanie, Birke, Hollunder. Die Galläpfel enthalten nach Davys Untersuchungen 6,2 Procent Gallussäure, bei 26,4 Procent Gerbstoff.

Farbestoffe der Rinden und verschiedener Pflanzentheile überhaupt.

§. 273. Die Rinden unserer Bäume besitzen oft etwas Farbe-

stoffe; zugleich haben sie durch ihren Gehalt an Gerbstoff und Gallussäure häufig die Eigenschaft, in Verbindung mit Eisenauflösungen, graue oder schwarze Farben zu geben. — Die Gegenwart eines Farbestoffs läßt sich durch eine Auflösung von salzsaurem Zinnoxydul erkennen, welche der Auflösung der Rinde zugesetzt wird; ist ein Farbestoff vorhanden, so fällt er in Verbindung mit Zinnoxydul gefärbt zu Boden.

Um zu prüfen, wie sich diese verschiedenen Farbstoffe auf Zeuche befestigen lassen, müssen die Zeuche vorher zur Annahme des Pigments gehörig vorbereitet werden; bei wollenen Zeuchen nimmt man als Vorbereitungs- oder Beizungsmittel eine Auflösung von salzsaurem Zinnoxydul oder Alaun mit etwas Weinstein versetzt; bei baumwollenen oder Leinenzeuchen eine Auflösung von essigsaurer Thonerde, worin man das Zeuch einige Stunden lang nahe dem Siedepunkte erhält, es dann trocknen läßt und dann mit dem Absud gelind kocht, wo sich die Farbe bald zeigen wird; beizt man die Zeuche zuvor durch Eisenauflösungen, so erhält man verschiedene graue, bis ins Schwarze übergehende Farben, je nachdem mehr oder weniger concentrirte Eisenauflösungen angewandt werden, und der Pflanzenstoff selbst mehr oder weniger Gerbstoff und Gallussäure enthält.

Folgende Zusammenstellung enthält eine gedrängte Uebersicht der Hauptfarben, welche sich aus verschiedenen, in der Flora Deutschlands wild vorkommenden, oder nicht selten cultivirten Pflanzen darstellen lassen, von welchen namentlich viele in unsern Wäldern vorkommen. Alle diese Farbestoffe erleiden je nach den verschiedenen Zeuchen, auf welchen sie befestigt werden, und je nach den verschiedenen Beizungsmitteln und Zusätzen verschiedene Abänderungen; wir verweisen in dieser Beziehung auf den 14ten Abschnitt der landwirthschaftlichen Gewerbe dieser Encyklopädie von Hermbstädt, welcher die Färberei enthält, und auf Leuchs vollständige Farben- und Färbekunde, Nürnberg 1825; von den allgemeinern Verhältnissen dieser Farbstoffe war schon oben §. 563. bis 565. der Agriculturchemie näher die Rede. Es lassen sich namentlich anwenden auf

1) Rothe Farben

die Wurzeln von Asperula tinctoria, Comarum palustre, Galium Aparine, boreale und verum, Symphitum officinale, Rubia tinctorum, Rumex acetosa, Tormentilla erecta; das Kraut von Cuscuta europaea; die Blätter und Blüthen von Hypericum perforatum und Origanum vulgare; die Blüthen von Carthamus tinctorius.

2) Violette Farben.

Die Früchte und Beeren von Ribes grossularia, Vaccinium Myrtillus, Sambucus Ebulus und nigra, von Rhus Typhinum.

3) Blaue Farben.

Die Blätter von Isatis tinctoria und Coronilla Emerus; die Früchte von Rubus caesius und Vaccinium Myrtillus.

4) Grüne Farben, durch alkalische Zusätze.

Die Blüthen von Anemone Pulsatilla, Arundo Phragmites, Campanula rotundifolia, Iris germanica, von Delphinium Consolida und vieler blau blühenden Pflanzen.

Die Beeren von Atropa Belladonna, Ligustrum vulgare, Rhamnus Frangula und Catharticus und verschiedener schwärzlich blau gefärbter Früchte.

5) Gelbe Farben.

Die Blüthen von Anthemis tinctoria, Carthamus tinctorius, Galium verum, Genista tinctoria, Hieracium Pilosella, Iris Pseudacorus, Solanum tuberosum, Ulex europaeus u. a.

Die Blätter von Aesculus Hippocastanum, Alnus glutinosa, Betula alba, Genista tinctoria, Liriodendron tulipifera, Ononis spinosa, Polygonum persicaria, Populus dilatata, Quercus Robur, Reseda luteola, Salix pentandra und verwandter Arten, Scabiosa succisa, Serratula tinctoria, Tilia europaea, Xanthium strumarium.

Die Samen und Früchte von Evonymus europaeus, Ribes rubrum, Trifolium pratense und repens.

Die Wurzeln von Rheum Rhaponticum, undulatum, palmatum und verwandter Arten, von Rumex acutus und Patientia, von Thalictrum flavum.

Die Rinden von Stamm und Wurzeln von Berberis vulgaris; Carpinus Betulus, Rhamnus catharticus und Frangula, Rhus Cotinus, Salix alba und verwandter Arten.

6) Orange Farben.

Die Zweige mit Blättern von Erica vulgaris und Lycopodium complanatum.

Die Blüthen von Carthamus tinctorius.

Die Samen von Trifolium repens, auf thierischer Wolle mit Zinnsalzen gebeizt.

7) Braune Farben.

Die Rinden von Betula Alnus, Fraxinus excelsior, Juglans regia, Rosa canina, Rhamnus catharticus.

Die jungen Zweige von Philadelphus coronarius, Daphne Mezereum und Syringa vulgaris.

Die Ranken von Vitis vinifera.

Die Früchte und deren äußere Hüllen von Juglans regia und Empetrum nigrum.

8) Graue Farben.

Die meisten unserer Rinden und viele Blätter unserer Bäume,

wenn die Zeuche vorher mit Eisensalzen in mehr oder weniger verdünntem Zustand gebeizt werden, namentlich die Blätter von Quercus Robur, Betula Alnus, Aesculus Hippocastanum und verschiedener anderer.

9) Schwarze Farben.

Die an Gerbstoff und Gallussäure reichern, wenn die Zeuche zuvor mit Eisensalzen gebeizt werden.

Die Blätter von Arbutus uva ursi, Pyrola rotundifolia und vaccinium Vitis idaea.

Die Zweige mit Blättern von Andromeda polifolia, Erica vulgaris, Rhus Coriaria.

Die Rinden von Quercus Robur und pedunculata, von Aesculus Hippocastanum, und Salix Gaprea und verwandter Arten.

Die Früchte von Rhus typhinum, die Schalen von Juglans regia und nigra; die Galläpfel und Knoppern verschiedener Eichenarten.

Die Wurzeln von Lycopus europaeus, Rolygonum Bistorta, Rosa alba u. a. Arten.

Bestandtheile der Birkenrinde, Betula alba.

§. 274. Nähere, durchgeführte Analysen über die einzelnen Bestandtheile der Rinden unseres Climas besitzen wir noch wenige; eine neuere Analyse der weißen dünnen Oberhaut der Birkenrinde besitzen wir von Gauthier *); er fand in 100 Theilen derselben

46,50	Harz	4,50	Eisenoxyd
11,12	Extractivstoff	3,75	Kieselerde
23,00	korkartigen Stoff	2,00	Thonerde
5,50	Gallussäure und Gerbstoff	2,50	Kohlensäure.

Der harzige Stoff dieser Rinde scheint ein Mittelding zwischen Guajak und Sandarak zu bilden; sie fängt durch diesen Stoff äußerst leicht Feuer und brennt gut; sie brennt länger, als eine gleiche Menge Fichtenharz, wobei sie sehr viel einer Kohle absetzt, die ein reineres Schwarz, als der Kienruß giebt; sie verdiente daher in dieser Beziehung insbesondre näher benutzt zu werden.

Bei der trockenen Destillation der Rinde erhält man nach Hermbstädts Versuchen gegen die Hälfte ihres Gewichts eines brenzlichen, wie Juften riechenden Oels, nebst gallussäurehaltiger Holzsäure; in Rußland wird dieses sogenannte Birkenöl (Deggat auch Deggerat genannt) in den Juftenfabriken im Großen benutzt.

Bestandtheile des Holzes.

§. 275. Das Holz besteht vorzugsweise aus erhärteten Pflanzenfasern in Verbindung mit mehr oder weniger Wasser, das sich bei der Siedhitze aus ihm verflüchtigen läßt, einigen Salzen und

*) Journal de Pharmacie. 1827. pag. 545.

Erden mit etwas Metalloxyden, welche die Asche bilden; das Holz mehrerer Bäume ist zugleich mit etwas Harz und den Stoffen überhaupt in geringer Menge durchdrungen, welche sich in ihren Rinden finden.

Wassergehalt der Holzarten.

§. 276. Die sogenannten grünen Hölzer, das heißt die Holzarten, wie sie eben gefällt werden, enthalten immer eine bedeutende Menge Wasser, welches sie größtentheils verlieren, wenn sie einige Zeit an der freien Luft liegen; einige enthalten im frischen Zustand bis über 50 Proc. Wasser; die einzelnen Holzarten zeigen in dieser Beziehung viele Verschiedenheiten. Eine nähere Berechnung über den Wassergehalt unserer häufiger vorkommenden Holzarten gab mir folgende Resultate; ich legte ihnen die von Hartig über das Gewicht dieser Holzarten im Großen angestellten Versuche zu Grund*).

100 Theile des frisch gefällten Holzes enthalten	Wasser	Trocknes Holz
Hainbuche oder Weißbuche, Carpinus Betulus	18,6	81,4
Saalweide, Salix Caprea	26,0	74,0
Bergahorn, Acer Pseudoplatanus	27,0	73,0
Quitsche, Sorbus aucuparia	28,3	71,7
Esche, Fraxinus excelsior	28,7	71,3
Birke, Betula alba	30,8	69,2
Große Mehlbeere, Crataegus torminalis	32,3	67,7
Traubeneiche, Quercus Robur	34,7	65,3
Stieleiche, Quercus pedunculata W.	35,4	64,6
Weißtanne, Pinus Abies Duroi	37,1	62,9
Roßkastanie, Aesculus Hippocastanum	38,2	61,8
Kiefer, Pinus sylvestris L.	39,7	60,3
Rothbuche, Fagus sylvatica	39,7	60,3
Erle, Betula Alnus	41,6	58,4
Espe, Populus tremula	43,7	56,3
Ulme oder Rüster, Ulmus campestris	44,5	55,5
Rothtanne, Pinus Picea Duroi	45,2	54,8
Linde, Tilia europaea L.	47,1	52,9
Italienische Pappel, Populus dilatata Ait.	48,2	51,8
Lerche, Pinus Larix	48,6	51,4
Weiße Baumweide, Populus alba	50,6	49,4
Schwarzpappel, Populus nigra	51,8	48,2

Der Wassergehalt wechselt daher bei diesen verschiedenen Holzarten von 18,6 bis 51,8 Proc.; er beträgt nach dem Mittel dieser 22 Holzarten 38 Proc.

*) Die nähern Untersuchungen über den Wassergehalt verschiedener Holzarten und Pflanzen überhaupt theilte ich vor Kurzem in einer Gelegenheitsschrift mit, deren Resultate dann auch näher in Erdmanns Journal der technischen Chemie erschienen, im 7. Band 1830. S. 35—46.

Dieser Wassergehalt ist in den verschiedenen Jahreszeiten etwas verschieden, am größten ist er im Frühjahr, wenn die Bäume in Saft treten und sich ihre Knospen zu entfalten anfangen; nach einem Mittel mehrerer Versuche fand ich den Wassergehalt vom Ende Januar, während trockener Kälte zur Zeit der Ruhe der Vegetation, bis zum Anfang Aprils um 8 Procent zunehmen; er stieg im Mittel bei 5 zu dieser Untersuchung dienenden Bäumen (Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Aesculus Hippocastanum, Corylus Avellana, Pinus Picea Duroi) von 39,2 bis 47,2 Procent oder nahe um $\frac{1}{5}$ des ganzen Wassergehalts dieser Bäume.

Noch weit größere Verschiedenheiten zeigt der Wassergehalt der ältern und jüngern Aeste und Zweige derselben Bäume; die jüngern Zweige enthalten oft doppelt so viel Wasser, als das ältere Holz; bei einem Hollunder, welcher im Juli 6 Absätze (Internodien) angesetzt hatte, zeigten die einzelnen Zwischenstücke von einer Blattausbreitung zur andern in der Menge der wässerigen Bestandtheile folgende Verschiedenheiten; der Wassergehalt

des vorjährigen Holzes	war	40 Procent
des 1sten Internodiums	—	56 —
des 2ten — —	—	70,7 —
des 3ten — —	—	80,0 —
des 4ten — —	—	82,8 —
des 5ten — —	—	85,4 —

In den jüngsten letzten Trieben war daher der Wassergehalt mehr als doppelt so groß, als im vorjährigen Holz; diese bedeutend größere Wassermenge in den jüngern Zweigen scheint vieles dazu beizutragen, warum Holzarten, welche im Winter selbst die strengste Kälte ohne Nachtheil ertragen, in ihren jüngsten Zweigen leicht leiden, wenn im Frühling erst später Frost und Reifen eintreten, wie dieses selbst bei Eichen und Buchen der Fall ist.

Werden die Holzarten blos an der Luft ausgetrocknet, ohne Anwendung künstlicher Wärme, so behalten sie noch ungefähr $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ ihres Gewichts an wäßrigen Bestandtheilen, welches sie erst verlieren, wenn sie einer Temperatur von 80° R. ausgesetzt werden; legt man sie nachher an die freie Luft, so ziehen sie wieder gegen 10 Proc. Feuchtigkeit an sich.

Luftgehalt der Holzarten.

§. 277. Das Holz enthält in seinen Zwischenräumen außer wäßrigen Bestandtheilen immer eine bedeutende Menge Luft; wir besitzen hierüber einige nähere Untersuchungen von Rumford, nach welchen selbst die dichtesten Holzarten, wie Eichen, noch sehr viele Luft enthalten; das Holz einer im vollen Wuchs begriffenen Eiche enthielt im Anfang September ungefähr $\frac{1}{4}$ seines Umfangs Luft, eigentliche feste Holztheile enthielt das Holz kaum $\frac{4}{10}$ seines Umfangs; ausgezeichnet viel Luft enthalten die leichten Holzarten; eine in vollem Wuchs begriffene italienische Pappel von 3 Zoll Durch-

messer enthielt im frischen Holz dem Volumen nach 53 Proc. Luft und nur 24 Proc. feste Holzsubstanz.

Rumfords Versuche gaben für einige frisch gefällte Holzarten näher folgende Resultate:

100 Theile enthielten dem Volumen nach im frischen Holze	Luft	Wasser	Festes Holz
Einer jungen Eiche den 6. September	24,525	36,122	39,353
Einer jungen italienischen Pappel	53,831	21,880	24,289
Einer alten Linde den 20. Januar	30,098	44,549	25,353
Einer ähnlichen Linde den 8. September	36,965	36,546	26,489
Des obern Theils eines Asts dieser Linde	27,013	47,599	25,383
Des untern Theils eines Asts dieser Linde	33,867	37,358	25,713

Nach diesen Versuchen enthalten die jüngern Theile des Holzes weniger Luft, als ältere; dagegen enthält das erstere mehr wäßrige Bestandtheile; das im September gefällte Holz enthielt mehr Luft, als das im Januar gefällte.

Specifisches Gewicht der Holzarten.

§. 278. Auf diesem verschiedenen Verhältniß der Luftarten und wäßrigen Bestandtheile zur festen Holzsubstanz selbst beruht vorzüglich das verschiedene specifische Gewicht des Holzes; die reine Holzfaser selbst zeigt in ihrem von Luft und Wasser befreiten Zustand bei den verschiedenen Holzarten im Gewicht nur wenig Verschiedenheiten; sie ist immer schwerer, als Wasser. Rumford fand das spec. Gewicht der Holzfaser der Eiche = 1,5344, der Linde = 1,4846; zwischen diesen 2 Extremen wechselten die übrigen Holzarten unsers Climas; feine Holz- und Sägespäne, welche durch Einweichen und Auskochen von der adhärirenden Luft befreit werden, sinken daher bei allen unsern Holzarten im Wasser zu Boden.

In ganzen Stücken im ausgetrockneten Zustand gewogen besitzen dagegen alle Holzarten unsers Climas ein geringeres Gewicht, als Wasser; die einzelnen Arten zeigen in dieser Beziehung viele Verschiedenheiten, die Kenntniß dieser Verschiedenheiten ist von Wichtigkeit, indem gewöhnlich die Holzarten im ausgetrockneten Zustand desto schwerer sind, je mehr Kohlenstoff sie enthalten.

Eine schätzbare Reihe von Versuchen über das specif. Gewicht der Holzarten besitzen wir von Werneck *); die verschiedenen Holzarten wurden zu diesem Zweck in kleine Würfel zerschnitten und zuerst auf einem Ofen in einer Temperatur von 65° — 85° R. so lange getrocknet, bis sie nichts mehr im Gewicht verloren, hierauf wurde ein Stück genau von der Größe eines Cubikwürfels gewogen und hieraus in Vergleichung mit dem Gewicht des Wassers das specifische Gewicht berechnet. — Um die Veränderungen kennen zu

*) Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie, 6. Band Seite 30.

lernen, welche das Holz in seinem Gewicht durch das Flößen erleidet, ließ Wernek zugleich von jeder Holzart würfelförmige Stücke 42 Tage lang in einem lebhaft fließenden Bach liegen, und bestimmte hierauf ihr spec. Gewicht auf dieselbe Art; die dadurch erhaltenen Resultate sind zur Vergleichung hier zugleich bemerkt.

Holzarten	Specifisches Gewicht des getrockneten Holzes des ungeflößten	des geflößten
Traubeneiche, Quercus Robur L.	0,663	0,645
Stieleiche, Quercus pedunculata L.	0,633	0,611
Rothbuche, Fagus sylvatica L.	0,560	0,537
Birke, Betula alba L.	0,598	0,580
Schwarze Erle, Betula Alnus L., auf nassem Boden	0,421	0,399
Dieselbe auf einem trocknen Boden aufgewachsen	0,443	0,425
Esche, Fraxinus excelsior L.	0,619	0,597
Ulme, Ulmus campestris L.	0,518	0,497
Bergahorn, Acer Pseudoplatanus	0,618	0,596
Espe, Populus tremula L.	0,418	0,398
Schwarzpappel, Populus nigra L., isolirt auf der Ebene	0,346	0,312
Vogelbeerbaum, Sorbus aucuparia L.	0,552	0,531
Vogelkirsche, Prunus Padus L.	0,616	0,594
Linden, Tilia europaea L., auf der Ebene einzeln	0,413	0,388
Gelbe Weide, Salix vitellina L., auf der Ebene einzeln	0,454	0,431
Bruchweide, Salix fragilis L., auf der Ebene isolirt	0,461	0,439
Weiße Weide, Salix alba L., auf der Ebene einzeln	0,457	0,433
Palmweide, Salix caprea L., auf der Ebene einzeln	0,501	0,428
Weißbuche, Carpinus Betulus L.	0,691	0,675
Elsbeere, Crataegus torminalis L.	0,549	0,533
Akacie, Robinia pseudoacacia L.	0,629	
Holzbirn, Pyrus communis L.	0,602	0,585
Holzapfel, Pyrus Malus L.	0,630	0,614
Weißtanne, Pinus Abies Duroi, P. Picea L.	0,493	0,464
Rothtanne, Pinus Picea Duroi, P. Abies L.	0,434	0,399
Kiefer, Pinus sylvestris L.	0,485	0,451
Lerche, Pinus Larix L., auf Bergen geschlossen	0,441	
Mehlbaum, Crataegus Aria, auf Bergen geschlossen	0,652	
Kastanie, Fagus castanea L., auf Bergen isolirt	0,543	

Diese Holzarten wurden aus geschlossenen Wäldern aus Ebenen genommen, mit Ausnahme der, wo andere Standpunkte bemerkt sind; zu unsern leichtesten Holzarten gehören nach diesen Versuchen, das Holz der Schwarzpappel, Espe, Linde, Erle und einiger Weiden, an welche sich die Nadelhölzer zunächst anschließen. Durch

das Flößen erleiden die Holzarten sämmtlich einen bedeutenden Verlust an Gewicht.

Wernek prüfte zugleich das Holz mehrerer dieser Bäume von verschiedenen Standorten, je nachdem diese auf der Ebene oder auf Bergen, im geschlossenen Wäldern oder isolirt aufgewachsen waren; wir theilen hier die vergleichenden Resultate von 4 Bäumen mit:

Bäume aufgewachsen	Traubeneiche	Rothbuche	Weißtanne	Rothtanne
auf der Ebene geschlossen .	0,663	0,560	0,493	0,434
auf der Ebene isolirt . . .	0,659	0,555	0,487	0,420
auf Bergen geschlossen . .	0,673	0,569	0,505	0,444
auf Bergen isolirt . . .	0,666	0,563	0,495	0,436

Aehnliche Resultate gaben die übrigen Holzarten; es zeigte sich allgemein, 1) daß das auf Bergen gewachsene Holz dichter ist, als das auf der Ebene gewachsene; 2) daß geschlossen gewachsenes Holz dichter ist, als isolirt gewachsenes; 3) daß die Dichtigkeit des Holzes mit der Trockenheit des Bodens, auf dem es wächst, zuzunehmen scheint.

Volumensverminderung des Holzes durchs Flößen.

§. 279. Beim Flößen des Holzes erleidet nicht nur das Gewicht, sondern auch das Volumen desselben eine bedeutende Verminderung; nach Werneks Versuchen verminderten genau gearbeitete Würfel von einem pariser Cubikschuh ihre Seiten bei verschiedenen Holzarten durch längeres Liegen unter Wasser um 1, 2 bis 4 Linien, woraus er den Verlust an Holzsubstanz näher berechnete; bei in der Ebene isolirt aufgewachsenen Holzarten betrug die Verminderung von 1000 Theilen Holz dem Volumen nach

13,8 Theile bei der Traubeneiche, Hainbuche, Birn- und Apfelbaum;

27,5 Theile bei der Rothbuche, Stieleiche, Ulme, Esche, Ahorn, Linde, Vogelkirsche, Salix alba, vitellina, fragilis und Caprea;

41,2 Theile bei der Espe, Schwarzpappel und Weißtanne;

54,7 Theile bei der Kiefer und Rothtanne.

Die erstere Volumensverminderung entspricht für jede Seite von 1 Schuh oder 144 Linien 1 Linie, letztere für jeden Schuh 4 Linien.

Bei leichtern Holzarten ist daher der Verlust durch das Flößen bedeutender, als bei dichtern; man kann bei den letztern annehmen, daß bei 1000 Klaftern der Verlust gegen 54 Klaftern betrage.

Das auf Bergen gewachsene Holz erlitt durch das Flößen weniger Verlust, als das auf der Ebene aufgewachsene; auf Bergen gewachsenes Holz von Kiefern und Rothtannen erlitt so nur einen Verlust von 27,5 Theilen; es stimmt dieses mit den oben angeführten Versuchen überein, nach welchen das auf Bergen aufgewachsene Holz überhaupt eine größere Dichtigkeit erhält.

Gewichtsverschiedenheiten des Holzes im frischen und trocknen Zustande.

§. 280. Vergleichende Wägungen über das Gewicht der Holzarten im frisch gefällten grünen und ausgetrockneten Zustand derselben besitzen wir von Hartig *); sie sind in folgender Uebersicht für 22 der in Deutschland häufiger verbreiteten Holzarten zusammengestellt; wir berechneten aus ihnen zugleich näher das specifische Gewicht dieser Holzarten im frischgefällten Zustand, welches näher die 5. Colonne enthält; die Cubikschuhe sind rheinische, das Gewicht ist Frankfurter Schwergewicht.

Holzarten	Gewicht eines rheinischen Cubikschuhs				Specifisches Gewicht im grünen Zustande
	grünes Holz		trocknes Holz		
	Pfund	Loth	Pfund	Loth	
Traubeneiche, Quercus Robur	70	31	46	22	1,075
Stieleiche, Quercus pedunculata	69	8	44	23	1,049
Rothbuche, Fagus sylvatica	64	28	39	2	0,982
Weißbuche, Carpinus Betulus	62	12	50	25	0,945
Elsebeere, Crataegus torminalis	57	20	39		0,863
Esche, Fraxinus excelsior	59	20	42	16	0,903
Ulme, Ulmus campestris	62	17	36	14	0,947
Ahorn, Acer Pseudoplatanus	59	20	43	16	0,903
Quitsche, Sorbus aucuparia	59	11	42	16	0,899
Birke, Betula alba	59	15	41	13	0,901
Roßkastanie, Aesculus Hippocastanum	56	27	34	26	0,861
Erle, Betula Alnus	56	18	29	28	0,857
Linde, Tilia europaea	53	30	28	31	0,861
Weiße Weide, Salix alba	65	2	32	5	0,985
Schwarzpappel, Populus nigra	50	25	24	4	0,779
Italienische Pappel, Populus italica	50	12	25	30	0,763
Espe, Populus tremula	50	16	28	13	0,765
Saalweide, Salix Caprea	47	6	34	29	0,715
Lerche, Pinus Larix	60	24	31	8	0,920
Kiefer, Pinus sylvestris	60	6	36	10	0,912
Weißtanne, Pinus Picea L.	59	0	36	20	0,894
Rothtanne, Pinus Abies L.	57	13	31	4	0,870

Wir ersehen hieraus, daß das spec. Gewicht der Holzarten im frisch gefällten Zustand nicht weniger große Verschiedenheiten zeigt, als im ausgetrockneten; das Eichenholz ist im frisch gefällten Zustand selbst schwerer, als Wasser; frisch läßt es sich daher nicht durch Flößen unmittelbar im Wasser liegend weiter befördern, welches erst geschehen kann, wenn es zuvor an der Luft einige Zeit ausgetrock-

*) Hartig, physikalische Versuche über das Verhältniß der Brennbarkeit der meisten deutschen Waldbaumhölzer. Marburg, 1794.

net wurde; auch manche der übrigen Holzarten besitzen zuweilen theilweise im von der Rinde entblößten Zustand selbst ein größeres Gewicht, als Wasser, wenn sie namentlich im Frühling gefällt werden, wo sie völlig im Saft stehend sind; eben so können sie ein größeres Gewicht erhalten, wenn sie längere Zeit unter Wasser liegend einem starken hydrostatischen Druck ausgesetzt werden.

Producte des Holzes bei der Verkohlung.

§. 281. Unterwirft man das Holz einer trockenen Destillation, indem man es in eine Retorte bringt und von dem Zutritt der freien Luft abgeschlossen einer höhern Temperatur aussetzt, so erfolgt eine Zersetzung der Bestandtheile des Holzes, in die Vorlage geht eine braune, saure Flüssigkeit, der sogenannte Holzessig über, ein dickes, theerartiges Oel setzt sich zu Boden und aus der Gasentbindungsröhre entweicht ein Gemeng von Kohlenwasserstoffgas und kohlensaurem Gas, während in der Retorte selbst das Holz im verkohlten Zustand zurückbleibt; bei der gewöhnlichen Verkohlung des Holzes in Meilern gehen diese sich bei der Verkohlung bildenden Producte größtentheils verloren; man erbaut zu diesem Zweck eigenthümliche große Oefen, in welchen viele Klaftern auf einmal verkohlt werden *).

Menge des Theers, des Holzessigs und der Gasarten.

§. 282. Die Menge und Beschaffenheit der bei der Verkohlung übergehenden Producte ist je nach der Natur der Holzarten und je nach der Stärke der Hitze, welche beim Verkohlungsproceß selbst angewandt wird, verschieden.

Bei Nadelhölzern ist der übergehende theerige, ölige Stoff ein Gemenge von Harz und Terpentinöl, die durch die Hitze schon in einen zum Theil verkohlten Zustand übergegangen sind; er besitzt eine dem Thеer ähnliche Beschaffenheit; bei den Laubholzarten zeigt der übergehende ölige Stoff mehr eine dem flüssigen Glanzruß ähnliche Beschaffenheit; die Säure, welche übergeht, ist eine mit vielen brenzlichen öligten Theilen, oft zugleich mit Gallussäure verunreinigte Essigsäure. Bei den Laubholzarten erhält man mehr, bei den Nadelholzarten dagegen weniger von dieser Säure; wird sie von ihren brenzlichen Theilen gereinigt, so kann sie mit Vortheil als Essig benutzt werden. Eine vergleichende Untersuchung über die Menge der Producte, welche sich aus verschiedenen Holzarten darstellen lassen, besitzen wir von Stolze **); die zu diesen Versuchen angewandten Holzarten wurden von ausgewachsenen Bäumen genommen, welche Ende Januars gefällt und in einer Temperatur

---

*) Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie, Band 5. S. 208. u. f., enthält die nähere Beschreibung eines solchen Ofens.

**) Anleitung, die rohe Holzsäure zur Bereitung des reinen Essigs u. s. w. zu benutzen, von Stolze. Halle und Berlin 1820.

von 30° R. so lange getrocknet wurden, bis sie nichts mehr an Gewicht verloren; die Stärke der erhaltenen Holzsäure wurde durch Sättigung mit reinem basisch kohlensauren Kali bestimmt, die übergegangenen Luftarten wurden mit Kalkwasser geschüttelt, welches die Kohlensäure absorbirte und die brennbaren Gasarten (Kohlenwasserstoffgas und Kohlenoxydgas) rein zurück ließ, deren Menge nach rheinischen Cubikschuhen und Cubikzollen gemessen wurde.

Ein Pfund von 32 Loth folgender Holzarten gab bei der Destillation:

Holzarten	Holzsäure Loth	Ein Loth dieser Holzsäure sättigte Kali	Theerartiges Oel Loth	Brennbares Gas	Kohle Loth
Betula alba L. . .	14,37	55 Gran	2,75	3 Cf. 311 Cz.	7,81
Fagus sylvatica L. .	14,08	54 —	3,06	3 — 490 —	7,87
Evonymus europaeus L.	14,50	50 —	3,37	3 — 1469 —	7,00
Tilia grandifolia Hofm.	13,75	52 —	3,81	3 — 603 —	7,31
Quercus Robur . .	13,75	50 —	2,91	3 — 468 —	8,37
Carpinus Betulus . .	13,62	50 —	3,56	3 — 418 —	7,62
Fraxinus excelsior .	15,00	44 —	2,81	3 — 618 —	7,08
Aesculus Hippocastanum	14,87	41 —	3,25	3 — 564 —	7,00
Populus dilatata W.	14,62	40 —	2,75	3 — 526 —	7,62
Populus alba L. . .	14,75	39 —	2,58	3 — 543 —	7,50
Prunus Padus L. .	14,00	37 —	3,31	3 — 651 —	6,91
Salix alba L. . . .	14,68	37 —	3,25	3 — 214 —	7,12
Salix viminalis L. .	14,75	35 —	3,06	3 — 406 —	7,06
Cornus mascula . .	14,25	36 —	3,83	3 — 389 —	7,25
Rhamnus catharticus	15,00	34 —	2,81	3 — 513 —	7,06
Alnus glutinosa W. .	14,66	30 —	3,08	3 — 870 —	7,12
Juniperus communis .	14,50	29 —	3,41	3 — 1604 —	7,25
Pinus Abies Duroi .	13,25	29 —	4,37	4 — 213 —	6,87
Pinus sylvestris L. .	13,56	28 —	3,81	4 — 66 —	6,93
Juniperus Sabina L.	14,00	27 —	3,58	3 — 1636 —	7,37
Pinus Picea Duroi .	12,83	25 —	4,43	4 — 110 —	7,50

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, wie bedeutend die Menge der Säure ist, welche sich aus den Holzarten gewinnen läßt; sie wechselt von 37 bis 47 Proc. der Menge des Holzes; die stärkste Säure geben die Laubholzarten und unter diesen namentlich diejenigen derselben, welche bei einem langsamen Wachsthum eine feste Holzfaser bilden und einen trockenen Boden lieben; hierauf folgen die auf trockenem Boden schnell wachsenden, dann die einen sehr feuchten Boden liebenden Laubholzarten und hierauf die Straucharten, sofern sie zu den Laubholzarten gehören; die schwächste Säure liefern die Nadelholzarten, auch das beste Nadelholz steht in dieser Beziehung jedem Laubholz nach. Gesundes Holz der Hauptstämme giebt stets eine stärkere Säure, als das der jüngern Zweige. —

Die Holzsäure ist immer weit stärker, als guter Essig; die besten Holzarten, wie Buchen, Birken, Eichen, geben eine Säure, welche 3 — 3½ mal stärker ist, als dieser.

Die Nadelholzarten geben zwar die wenigste Holzsäure, sie geben dagegen die meisten theerigten Theile und brennbaren Gasarten. — Bei einem großen Verkohlungsofen zu Hausach auf dem Schwarzwald, in welchem gewöhnlich 40 Klafter Holz auf einmal verkohlt wurden, gab im Mittel eine Klafter geflößtes Rothtannenholz einen Centner Theer und 1¼ würtembergische Eimer Holzessig (ein würtemb. Eimer ist = 8,575 französische Cubikschuh = 294 franz. Litres); der bei diesem Verkohlungsofen zuerst übergehende Holzessig war trübgelblich braun, nur sehr wenig Säure haltend von 1,004 spec. Gewicht, der mit steigender Hitze übergehende Holzessig war von klar weingelber Farbe und 1,006 spec. Gewicht; der bei der stärksten Hitze in größter Menge übergehende hatte eine klar rothgelbe Farbe und ein spec. Gewicht von 1,079; der endlich gegen das Ende der Destillation in geringerer Menge übergehende hatte wieder eine blasse weingelbe Farbe und weniger Säure mit einem Gewicht von 1,013. Der Theer selbst hatte eine schwarze Farbe, dickflüssige Consistenz und ein spec. Gewicht von 1,106.

Der Theer, welcher im Großen beim Theerschwelen in den gewöhnlichen Theeröfen erhalten wird, unterscheidet sich von diesem durch reine Destillation des Holzes erhaltenen durch eine hellere, gelbe und gelblich braune Farbe; er enthält noch eine größere Menge unzersetztes Harz und Terpentinöl beigemengt.

Kienöl, weißes Pech, schwarzes Pech.

§. 283. Wird der gewöhnliche in Theeröfen bereitete gelbe Theer noch einmal destillirt, so geht ein dem Terpentinöl ähnliches Oel, das sogenannte Kienöl oder Krummholzöl (oleum pini, oleum templinum) in die Vorlage über, und es bleibt in der Retorte ein weißes oder gelbes Pech zurück.

Unterwirft man die bei der Destillation des Holzes in verschlossenen Oefen erhaltene theerartige Flüssigkeit auf dieselbe Art einer Destillation, so geht ein dem Kienöl ähnliches Oel, das rectificirte brenzliche Holzöl über; es ist anfangs gelb und klar, bräunt sich aber schnell an der Luft, hat einen brenzlich scharfen Geruch und Geschmack, ist leicht in Alkohol und ätherischen Oelen löslich und kann als ein sehr gutes Lösungsmittel für Fett, Wachs und Harze benutzt werden; im Rückstand bleibt eine pechartige Masse oder wirkliches schwarzes Pech zurück, wenn der Theer von Nadelhölzern herrührte.

Menge der Kohle aus verschiedenen Holzarten.

§. 284. Die Menge der Kohle, welche man bei der Destillation und Verkohlung der Holzarten erhält, hängt sehr von äußeren Umständen ab.

Wird nur eine Temperatur von 120° R. angewandt, so bleiben nach Rumfords Versuchen von allen Holzarten, wenn diese zuvor gleichförmig ausgetrocknet waren, nahehin 41 bis 44 Proc. einer noch unvollkommenen Kohle zurück, welche Rumford das Skelett der Pflanze nennt; es geht dabei noch keine Holzsäure über; bei Anwendung mäßiger Hitze jedoch nach etwas langsamer Verkohlung, erhält man 24 bis 27 Proc. Kohle; bei rascher, schneller Verkohlung dagegen gewöhnlich nur 12 bis 16 Proc. Kohle; auch im Großen erhält man bei den gewöhnlichen Verkohlungsmethoden gewöhnlich nur 15 bis 17 Procent Kohle.

Karsten erhielt bei einer vergleichenden Untersuchung mehrerer Holzarten unseres Climas folgende Resultate (siehe dessen Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreichs); er verkohlte das Holz im Zustand von Hobelspänen, welche in einer Temperatur von 12° bis 15° R. vollkommen lufttrocken geworden waren.

100 Theile folgender Holzarten gaben	Bei rascher Verkohlung	Bei langsamer Verkohlung	Asche
Junges Eichenholz	16,39	25,45	0,15
Altes Eichenholz	15,80	25,60	0,11
Junges Rothbuchenholz (Fagus sylvatica)	14,50	25,50	0,375
Altes Rothbuchenholz	13,75	25,75	0,40
Junges Weißbuchenholz (Carpinus Betulus)	12,80	24,90	0,32
Altes Weißbuchenholz	13,30	26,10	0,35
Junges Erlenholz	14,10	25,30	0,35
Altes Erlenholz	14,90	25,25	0,40
Junges Birkenholz	12,80	24,80	0,25
Altes Birkenholz	11,90	24,40	0,30
Junges Fichtenholz (Pinus Picea Duroi)	14,10	25,10	0,15
Altes Fichtenholz	13,90	24,85	0,15
Junges Tannenholz (Pinus Abies Duroi)	16,00	27,50	0,225
Altes Tannenholz	15,10	24,50	0,25
Junges Kiefernholz (Pinus sylvestris) .	15,40	25,95	0,12
Altes Kiefernholz	13,60	25,80	0,15
Lindenholz	12,90	24,20	0,40
Roggenstroh	13,10	24,30	0,30
Stroh von Farrenkraut . . .	14,25	25,20	2,75
Rohrstängel	12,95	24,75	1,70

Der Aschengehalt war immer derselbe, die Verkohlung möchte rasch oder langsam vorgenommen werden; das Gewicht der Asche wurde bei diesen Versuchen von dem der Kohle in Abzug gebracht. Es erklärt sich aus diesen Resultaten genügend, warum manche Physiker so abweichende Resultate über die Ausbeute der einzelnen Holzarten an Kohle erhielten.

Ueber das Verhältniß, in welchem die einzelnen Holzarten ihr Volumen beim Verkohlen vermindern, enthält folgende Tabelle die

hierüber von Wernek erhaltenen Hauptresultate über die wichtigsten unserer deutschen Holzarten, nebst einer Vergleichung der Resultate von Rau und Wernek über die Ergiebigkeit dieser Holzarten an Kohle in Procenten dem Gewicht nach; Wernek bestimmte bei diesen Kohlen zugleich ihr spec. Gewicht und ihren Gehalt an wirklichem Kohlenstoff, wobei er sich des Mittels bediente, sie mit Salpeter zu verpuffen.

100 Theile Holz von	Verhältniß des Einsatzes zur Ausbeute in Procenten			Specifisches Gewicht der Kohle	Gehalt an Kohlenstoff
	nach dem Volumen	nach dem Gewicht			
		nach Wernek	nach Rau		
Fagus sylvatica . . .	49,6	33,6	35,5	0,224	79,914
Quercus Robur . . .	47,8	34,6	20,7	0,255	72,871
Quercus pedunculata .	44,0			0,244	72,221
Carpinus Betulus . .	50,2	31,6	19,6	0,268	82,981
Betula alba	48,4	35,5	15,2	0,249	73,016
Acer Pseudoplatanus .	49,6	33,5	12,7	0,268	82,981
Fraxinus excelsior . .	47,3	33,9	20,8	0,225	81,481
Crataegus torminalis .	51,2	33,9	20,8	0,209	66,450
Sorbus aucuparia . .	49,6			0,215	60,497
Ulmus campestris . .	51,5	33,8		0,195	77,381
Betula Alnus . . .	44,2	32,5	15,4	0,190	44,434
Populus tremula . .	44,2	39,5	19,4	0,184	50,886
Tilia europaea . . .	45,8			0,196	54,343
Salix vitellina . . .	45,8			0,196	58,173
Salix alba	45,8	33,7	15,3	0,196	58,173
Salix caprea	48,7			0,200	64,576
Robinia Pseudoacacia .	54,5	31,2	21,0	0,208	65,915
Crataegus Aria . . .	50,2	33,4	16,3	0,276	80,077
Fagus Castanea . .	51,4	37,8	18,4	0,271	79,683
Acer campestre . . .	52,7	31,9		0,249	82,307
Corylus Avellana . .	52,7	34,1	16,8	0,162	72,079
Crataegus oxyacantha .	50,2	33,9	21,2	0,264	65,569
Ligustrum vulgare . .	50,2	33,8	19,4	0,254	67,436
Evonymus europaeus .	50,2	33,7	25,9	0,226	72,994
Cornus sanguinea . .	50,2			0,268	80,161
Prunus spinosa . . .	52,7	32,7	22,6	0,235	61,391
Rhamnus Frangula .	42,6	31,2	20,4	0,184	73,875
Pinus sylvestris . .	45,8	33,8	21,2	0,252	78,803
Pinus Larix	45,8	37,2	20,6	0,217	64,099
Pinus Picea Duroi . .	45,2	36,9	17,4	0,204	69,009
Pinus Abies Duroi . .	47,2	36,7	25,1	0,210	68,819

Im Großen erhält man bei der Meilerverkohlung dem Volumen nach bei Scheitholz gewöhnlich 50 — 51 Proc., bei grobem Knüppelholz gegen 40 Proc., bei starkem Stockholz gegen 35 Proc., dem Gewicht nach dagegen nur gegen 12 bis 17 Proc. Kohle. Die

Ursache, warum man bei der Verkohlung in Meilern weniger Kohle erhält, als bei diesen Versuchen im Kleinen, wo die Holzarten in verschlossenen Gefäßen verkohlt wurden, beruht in dem großen Unterschied beider Verkohlungsarten, die beim Kohlenschwelen im Großen nie mit gleicher Pünktlichkeit ausgeführt werden können, zum Theil aber auch nach Werneks Versuchen in der unrichtigen Vergleichung des Holzeinsatzes zur Kohlenausbeute, wie diese gewöhnlich im Großen gemessen werden *).

Feuernährende Kraft der Holzarten.

§. 285. Die feuernährende Kraft und eigentliche Brenngüte des Holzes hängt nicht blos von der Menge des Kohlenstoffs ab, sondern auch von dem Verhältniß der übrigen Bestandtheile und namentlich von der Menge der wäßrigen Bestandtheile, welche nach Rumfords Versuchen auch bei alten, lange an der Luft liegenden Holzarten von 6 bis 19 Proc. wechseln können. Mehrere Naturforscher bemühten sich, durch Versuche das Verhältniß der Brenngüte der Hölzer gegeneinander durch Apparate auszumitteln **), namentlich besitzen wir hierüber von Rumford, Rau und Hartig nähere Untersuchungen; wir führen hier die von dem Letztern erhaltenen Resultate näher an, da diese mehr im Großen angestellt wurden.

Er füllte einen eingemauerten Kessel mit 45 Pfund immer gleich kalten Brunnenwassers und bemerkte die Temperatur und Menge des verdunsteten Wassers, welche durch das Abbrennen von gleichgroßen Stücken vollkommen trockenen Holzes veranlaßt wurde, so wie auch die Länge der Zeit, welche verging, bis die Kohlen verlöschten; er bemerkte zugleich die Menge der rückständigen Kohle, Asche und einige weitere Verhältnisse, deren Resultate wir jedoch hier nicht einzeln ausheben, indem wir auf den Aschengehalt verschiedener Holzarten sogleich näher in §. 287. zurückkommen werden.

Folgende Tabelle enthält die mit altem, ausgetrockneten Stammholz erhaltenen Resultate, mit Ausnahme einiger während der Saftzeit gefällter, bei welchen dieses besonders bemerkt ist; wir ordneten diese Resultate nach der Menge des durch dieselbe Holzmasse von 200 rheinischen Cubikzoll verdunsteten Wassers:

---

*) Die nähern Untersuchungen über diese Verhältnisse nebst verschiedenen weitern Resultaten über die Ergiebigkeit der Holzarten an Kohle, unter verschiedenen äußern Umständen, finden sich in Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie im 5ten Band S. 21.

**) Die nähere Beschreibung eines solchen Apparats findet sich in Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie 3. Band S. 231.

Holzarten	Höchster Thermometerstand	Zeit dieses höchsten Standes	Zeit bis zum Erlöschen der Kohle	Menge des in 12 Stunden verdünsteten Wassers
Ahorn, Baumholz	64° R.	43 Min.	225 Min.	170 Loth
Hainbuche, Stammholz . .	64 —	50 —	210 —	162 —
Dasselbe im Saft gehauen .	60 —	51 —	190 —	128 —
Rothbuche, Baumholz . .	64 —	45 —	240 —	144 —
Dasselbe im Safte . . .	63 —	44 —	190 —	136 —
Traubeneiche, Baumholz .	62 —	54 —	180 —	144 —
Esche, Baumholz	60 —	50 —	255 —	140 —
Stieleiche, Stammholz . .	62 —	45 —	165 —	136 —
Kiefern, Stammholz . . .	60 —	40 —	170 —	128 —
Dasselbe kienicht	70 —	70 —	110 —	168 —
Elsebeere, Baumholz . . .	58 —	50 —	240 —	126 —
Fichte, Baumholz	59 —	55 —	90 —	124 —
Akacien, Stammholz . . .	58 —	42 —	120 —	122 —
Ulme, Baumholz	55 —	35 —	208 —	121 —
Birke, Baumholz	57 —	50 —	185 —	120 —
Saalweide, Baumholz . .	58 —	50 —	110 —	112 —
Dasselbe im Safte . . .	53 —	43 —	130 —	96 —
Lerche, Baumholz	56 —	40 —	98 —	98 —
Weißtanne, Baumholz . .	55 —	32 —	70 —	96 —
Espe, Baumholz	49 —	40 —	135 —	74 —
Linde, Baumholz	55 —	40 —	105 —	88 —
Schwarzpappel, Baumholz .	38 —	31 —	120 —	68 —
Erle, Baumholz	49 —	45 —	110 —	64 —
Weiße Baumweide . . .	44 —	40 —	100 —	60 —
Italienische Pappel . . .	44 —	30 —	80 —	56 —
Rothbuche, Reiser derselben	57 —	40 —	180 —	114 —
Kiefer, Reiser derselben . .	57 —	24 —	90 —	118 —

Die einzelnen Holzarten zeigen daher in der Wärme, welche sie beim Verbrennen entwickeln, so wie in der Zeit, in welcher dieses geschieht, große Verschiedenheiten; durch das Verbrennen derselben Menge Ahornholz verflüchtigte sich 3mal so viel Wasser, als durch Pappelholz. Das Erlöschen der Kohle des letztern Holzes erfolgte in entsprechendem Verhältniß schneller; die Nadelhölzer verbrennen schnell mit einem lebhaft flackernden Flammenfeuer; sie geben dadurch oft auf kurze Zeit eine starke Hitze, erzeugen aber weniger Kohlenglut; Linden, Weiden, Pappeln, Espen und Erlen bilden bei ihrem Mangel an harzigen Bestandtheilen ein weniger lebhaftes Feuer; sie erzeugen gleichfalls wenig Kohle; Roth- und Weißbuche, Ahorn, Esche, Elsebeere brennen mit ruhiger, mäßig lebhafter Flamme und hinterlassen viel Kohle; Eichen brennen mit leichter erlöschenden weniger reichlichen Kohlen.

Diese verschiedenen Verhältnisse sind in vielen Fällen bei Anwendung des Holzes zu verschiedenen Zwecken von Wichtigkeit; beim

Ziegelbrennen, Kalkbrennen, Backen u. s. w. verlangt man ein stark loderndes Flammenfeuer und eine schnelle starke Hitze; in andern Fällen, wie bei der Heizung der Wohnungen, eine länger anhaltende gleichförmigere Wärme. Der verschiedene Bau der Oefen und Apparate hat nicht unbedeutenden Einfluß auf die entwickelte Wärme; bei einzelnen Anwendungen kann daher oft erst das Resultat im Großen angestellter Beobachtungen entscheiden, welche Holzart in diesem oder jenem Fall größere Vortheile gewährt.

Bestandtheile des Rußes und Kienrußes.

§. 286. Beim Verbrennen der Holzarten verflüchtigt sich mehr oder weniger Kohlenstoff in Verbindung mit einigen harzigen, theerigten Stoffen, Holzsäure und einigen Salzen, welche sich in Form von Ruß in den Kaminen absetzt; vorzüglich reich an Kohlenstoff ist der Kienruß, welcher sich beim Verbrennen der Nadelholzarten bildet; in holzreichen Gegenden wird er daher beim Verbrennen des Kiefernholzes selbst in eigenen Rauchkammern im Großen aufgesammelt und in den Handel gebracht; eine nähere Analyse desselben besitzen wir von Braconnot *). Er fand ihn bestehend in 100 Theilen aus

79,1	Kohlenstoff	3,3	schwefelsaurem Ammoniak
8,0	Wasser	0,6	Kieselerde
5,3	Harz	0,4	schwefelsaurem Kali
1,7	Asphalt	0,8	schwefelsaurem Kalk
0,5	Ulmin	0,3	phosphorsaurem Kalk

mit einer Spur Chlorkalium und etwas Eisenoxyd. Er eignet sich durch seinen großen Kohlengehalt vorzüglich zur Bereitung schwarzer Farben; wegen seines Gehalts an schwefelsauren Salzen läßt er sich nicht zur Reduction von Metallen anwenden; man erhält dadurch zugleich Schwefelmetalle.

Der gewöhnliche Ruß, welcher sich bei der Holzfeuerung in den höhern Theilen der Kamine absetzt, enthält weit weniger reinen Kohlenstoff; derselbe Chemiker fand ihn bestehend aus

3,85	Theilen eines kohligen Stoffs	0,36	Theilen Chlorkalium
30,00	Theilen Ulmin	5,65	essigsaurer Kalkerde
20,00	Th. eines thierischen Stoffs	0,53	essigsaurer Bittererde
12,50	Theilen Wasser	4,10	essigsaurem Kali
0,50	Theilen Rußstoff	0,20	essigsaurem Ammoniak
0,95	Theilen Kieselerde	5,00	schwefelsaurem Kalk
		1,50	phosphorsaurem Kalk
		14,66	kohlensaurer Kalkerde,

mit etwas kohlensaurer Bittererde und Spuren von essigsaurem Eisenoxyd; der phosphorsaure Kalk enthielt gleichfalls etwas Eisenoxyd; der eigenthümliche Rußstoff, welchen Braconnot bei dieser Analyse erhielt und Asbolin (von ἀσβολη, Ruß) zu benennen vor=

*) Annales de Chimie 1826. Jan. pag. 37.

schlägt, hat die Consistenz und das Ansehen eines Oels von gelber Farbe, ist leichter als Wasser, von scharfem bitterem Geschmack, unlöslich in fetten Oelen und Terpentinöl, löslich in Alkohol; er läßt sich nicht destilliren; bei der trockenen Destillation desselben bildet sich viel Ammoniak. — Die Rußlauge hat antiseptische Eigenschaften, wie die Holzsäure.

Es ergiebt sich aus dieser Analyse, daß der Ruß durch seinen Gehalt an Ulmin mit einem thierischen Stoff und Salzen, vorzüglich viel düngende Stoffe enthält; er wird bekanntlich auch längst als Düngungsmittel benutzt.

Aschengehalt der Holzarten.

§. 287. Die Holzarten zeigen in der Menge der Asche große Verschiedenheiten, selbst bei demselben Baum erhält man eine verschiedene Menge Asche, je nachdem jüngere oder ältere Theile eingeäschert werden; ausgebildetes Holz giebt gewöhnlich weit weniger Asche, als Rinden, Blätter und krautartige Pflanzen; auch das Verhältniß, in welchem die Aschen zusammengesetzt sind, ist je nach den Theilen der Pflanzen, welche eingeäschert werden, verschieden; Berthier erhielt aus den stärkern Aesten einer Eiche 1,2 Procent Asche, welche 15 Proc. ihres Gewichts alkalische Salze enthielt, während die Rinde desselben Baumes 6 Procent Asche gab, welche 5 Proc. alkalische Salze enthielt.

Eine nähere Reihe von Versuchen über die Menge der Asche, welche unsere deutschen Holzarten beim Verbrennen geben und über die Menge der Pottasche, welche sich aus ihr darstellen läßt, besitzen wir von Werneck *). Folgende Tabelle enthält die für unsere Zwecke wichtigern Resultate dieser Versuche; um die Uebersicht zu erleichtern, sind hier die Gewichte alle auf Pfunde und deren Decimalen reducirt, wobei die letzten Bruchtheile weggelassen wurden, indem diese ohnehin veränderlich sind; die am Schluß beigefügten Resultate über die Kartoffelblätter beruhen auf den neuern Versuchen von Mollerat **).

Untersuchte Arten	Asche aus 1000 Pfund Holz	Diese Asche enthielt Pottasche	100 Pfund Asche geben daher Pottasche
	Pfund	Pfund	Pfund
Fagus sylvatica, Stammholz mit der Rinde	6,12	1,30	22,27
Quercus robur L., Stammh. m. d. Rinde	14,00	1,66	10,80
Betula alba L., Stammholz	10,75	1,25	11,70
Carpinus Betulus L.	11,43	1,29	10,85
Ulmus campestris	22,82	2,76	12,09
Fraxinus excelsior	22,97	2,83	12,39

*) Hermbstädts Archiv der Agric. Chemie, 6ter Band S. 62.

**) Annales de Chimie et Phys. Paris Tom. II. 1825.

Untersuchte Arten	Asche aus 1000 Pfund Holz	Diese Asche enthielt Pottasche	100 Pfund Asche gaben daher Pottasche
	Pfund	Pfund	Pfund
Crataegus torminalis	10,13	1,22	11,99
Betula Alnus	13,88	0,90	6,53
Populus tremula	13,06	0,79	6,12
Salix alba	28,01	3,09	11,05
Tilia europaea L.	14,49	0,93	6,67
Pinus sylvestris L.	17,98	2,17	12,12
Pinus Abies Duroi	17,23	2,16	12,55
Pinus Picea Duroi	16,77	2,06	12,43
Crataegus Oxyacantha L. . .	11,41	0,88	7,81
Ligustrum vulgare L. . . .	11,60	1,29	11,13
Berberis vulgaris	7,07	1,00	12,67
Evonymus europaeus	8,62	1,22	14,21
Cornus sanguinea	6,09	0,95	14,09
Prunus spinosa	7,59	0,99	13,07
Juniperus communis	18,42	1,56	11,66
Sambucus nigra	13,89	1,16	9,78
Viburnum opulus	14,04	1,08	7,76
Lonicera xylosteum	10,47	1,05	10,05
Viburnum Lantana	18,60	1,51	8,21
Rhamnus catharticus	10,68	1,52	14,23
Rosa canina	7,12	0,68	9,76
Erica vulgaris	14,08	1,62	11,71
Genista tinctoria	16,17	1,84	11,40
Genista germanica	15,62	1,37	8,81
Daphne Mezereum	7,50	0,75	10,18
Ononis spinosa	16,56	1,96	8,43
Solanum Dulcamara	7,06	1,87	26,70
Vaccinium Myrtillus	6,85	1,28	19,06
Rubus fruticosus	7,56	1,40	18,01
Clematis Vitalba	15,25	2,04	13,45
Hedera Helix	15,42	1,81	22,48
Spartium Scoparium	14,78	1,90	12,90
Rhus Coriaria L., Stammholz .	17,09	2,71	15,98
Junge Rinde desselben	21,43	2,29	14,57
Farrenkräuter im August gesammelt *)	20,59	16,01	56,71
Dieselben Anfangs Septembers . .	29,07	14,35	49,63
Dieselben Anfangs Octobers . .	28,67	10,21	35,66
Kartoffelblätter zunächst vor der Blüthe	11,51	6,36	54,38
Dieselben sogleich nach der Blüthe .	9,33	5,70	61,09
Dieselben einen Monat später . .	6,44	2,01	31,05
Dieselben zwei Monate später geschnitten	9,19	2,69	29,26

*) Pteris aquilina, Polypodium filix mas und femina.

Die Holzarten geben daher im Mittel nur gegen 1 Procent Asche, während man aus den Blättern unserer Laubholzarten nach den §. 242. oben mitgetheilten Erfahrungen im Mittel 7,7 Proc. und bei einzelnen selbst 9 — 11 Proc. Asche erhält.

Bei einer neuern Reihe von Versuchen über den Aschengehalt verschiedener Holzarten, erhielt Berthier *) unter andern folgende für Pflanzenphysiologie und die Lehre von den Düngungsmitteln wichtige Resultate:

1) daß die Bestandtheile der Asche einer und derselben Holzart bedeutend verschieden sein können, je nachdem der Boden, auf welchem die Bäume aufgewachsen sind, verschiedene Bestandtheile besitzt; die Asche einer Eiche enthielt beinahe nur kohlensaure Kalkerde, während die einer andern aus einer andern Gegend viel Bittererde und phosphorsaure Kalkerde enthielt;
2) daß Pflanzen von ähnlichem Bau, welche auf demselben Boden aufgewachsen sind, auch in den Bestandtheilen ihrer Asche Aehnlichkeit zeigen;
3) daß die Asche aus verschiedenen Theilen derselben Pflanze merkwürdige Verschiedenheiten zeigt, wovon schon oben einige Beispiele angeführt wurden.

Es wird hieraus wahrscheinlich, daß die einzelnen Pflanzen, vermöge ihrer Vegetationskraft zwar vorzüglich solche Stoffe aus dem Boden absorbiren, welche ihrem Wachsthum zuträglich sind, ohne sich jedoch ausschließend auf diese zu beschränken, wenn sie namentlich in einem Erdreich zugleich andere in Wasser auflösliche Stoffe finden; nur wiederholte Zerlegungen von Aschen derselben Pflanzen auf verschiedenen Bodenarten können uns daher zeigen, welche Theile ihrer Asche einzelnen Pflanzen wesentlich, welche mehr zufällig sind; es ergiebt sich aber auch hieraus, daß alle Angaben über Aschengehalt von Pflanzen nur dann nähere Vergleichbarkeit erhalten, wenn Standort, Alter, Clima und Bodenarten näher angegeben werden, auf welchen diese Pflanzen aufgewachsen sind.

Bestandtheile des Torfs.

§. 288. Der Torf ist ein inniges Gemenge von mehr oder weniger zersetzten Pflanzenüberresten, in Verbindung mit einzelnen Erden, Säuren, erdigen Salzen und etwas harzigen Stoffen; zu seiner Bildung tragen vorzüglich viele Sumpfpflanzen bei, namentlich mehrere in stehenden Wassern sich entwickelnde Algen, viele sogenannte saure Gräser aus der Familie der Seggen und Binsen, mehrere Pflanzen aus der Familie der Najaden, einzelne Moose, wie die Sphagnum-Arten; im ausgebildeten Zustand sind seine vorherrschenden Bestandtheile Pflanzenfasern, im mehr oder weniger verkohlten Zustand, und Humussäure, theils frei, theils an Erden gebunden (§. 50. der Agronomie S. 28).

*) Annales de Chimie Juillet 1826. pag. 240.

Die Bestandtheile des Torfs sind je nach der Natur der Pflanzen, aus welchen er sich bildete, dem mehr oder weniger vollkommen zersetzten Zustand derselben, den verschiedenen erdigen Beimengungen und dem verschiedenen Untergrund, auf welchem er sich bildete, sehr verschieden.

Im frisch gestochenen Zustand enthalten die Torfarten 75,82 bis 82 Procent Wasser; beim Austrocknen vermindert sich ihr Volumen auf die Hälfte, auf $\frac{1}{3}$ und zuweilen selbst auf $\frac{1}{4}$ ihres ursprünglichen Volumens; werden sie im ausgetrockneten Zustand im verschlossenen Raum geglüht, so bleiben von 100 Gewichtstheilen des trockenen Torfs 30, 40 — 48 Proc. Torfkohle zurück; in die Vorlage gehen 6,10 — 16 Proc. eines braunen Theers und 12,24, 30 bis 42 Proc. einer wäßrigen ammoniakhaltigen Flüssigkeit über, welche sich zur Salmiakfabrication oder als Düngungsmittel benutzen läßt, während zugleich brennbare Gasarten und Kohlensäure entweichen.

Wird der Torf bei freiem Luftzutritt völlig verbrannt, so bleiben gegen 2, 10 bis 30 Proc. Asche zurück.

Die nähern Verschiedenheiten einzelner Torfarten ergeben folgende Analysen.

Bestandtheile verschiedener Torfarten.

§. 289. Wir besitzen von Wiegmann *) eine nähere Analyse des sogenannten Baggertorfs (Backtorfs) des Hagenbruchs bei Braunschweig, welcher diese Benennung erhielt, weil er so wenig Zusammenhang besitzt, daß er gebaggert werden muß; er hat eine braunschwarze Farbe und verliert frisch ausgestochen beim völligen Austrocknen oft über $\frac{3}{4}$ seines Gewichts; 100 Theile desselben im ausgetrockneten Zustand bestanden aus

48,0 Kohle	2,0 Kochsalz
24,8 Quarzsand	2,0 Wasser und brenzlichem Oel
9,6 Thonerde	2,0 Eisenoxyd
5,0 kohlensaurem Kalk	1,0 Erdharz
3,0 phosphorsaurem Kalk	0,25 harzartigem Stoff
3,0 Humussäure	0,25 wachsartigem Stoff

Dieser Torf ist daher durch einen großen Sandgehalt ausgezeichnet.

Einen schwarzen Torf am Steinhuder Meerufer fand Dumenil **) in 100 Theilen bestehend aus

61,75 Humussäure	1,36 Kieselerde
30,89 Pflanzenfaser	0,20 Thonerde
1,11 harzigen Stoffen	0,15 Bittererde
4,00 Kalkerde	0,57 Eisenoxyd.

*) Kastners Archiv der Naturkunde, 16. Bd. S. 184. Jahr 1829.

**) Trommsdorff Journal der Pharmacie, 12. Bd. 1826.

Von den harzigen Stoffen waren 0,75 in Weingeist und 0,36 in Aether löslich.

Bergsma fand in einem Torf

49,2 Pflanzenfaser	3,80 Kieselerde
13,0 Humussäure	4,50 Gyps
12,2 Wasser	2,70 phosphorsauren Kalk
1,8 harzige Stoffe	0,42 Eisenoxyd.

Das specifische Gewicht der Torfarten wechselt im ausgetrockneten Zustand von 0,3 bis 0,9, das des Wassers = 1 gesetzt; das erstere Gewicht besitzen sehr leichte, noch unausgebildete Moostorfe, das letztere sehr reife, ausgebildete Torfarten aus den tiefern Schichten der Moore. — Das Gewicht eines rheinischen Cubikschuhs Torf wechselt im ausgetrockneten Zustand von etwa 20 bis 60 Pfund.

Es erklärt sich aus diesem meist großen Humusgehalt des Torfs, warum er unter gewissen Verhältnissen auch mit Vortheil als Düngungsmittel angewandt werden kann. (Siehe Seite 164 der Agronomie.)

Torfkohle und brennbare Gasarten.

§. 290. Die Torfkohle, welche erhalten wird, wenn Torf trocken destillirt oder überhaupt von der Luft abgeschlossen einer höhern Temperatur ausgesetzt wird, zeigt in ihrem Gehalt an Kohlenstoff und somit in ihrem Werth als Brennmaterial nicht weniger bedeutende Verschiedenheiten. Folgende Zusammenstellung enthält die Vergleichung von Resultaten, welche verschiedene Chemiker über die Ausbeute an Kohle und Asche verschiedener Torfarten erhielten, welchen ich in einer besondern Colonne die Menge des reinen Kohlenstoffs dieser Torfkohlen beifügte, indem ich die durch Einäscherung erhaltene Asche von der Torfkohle in Abzug brachte *).

---

*) Die Untersuchungen von Achard finden sich in Crells chemischen Annalen 1786; die von Einhof im 1sten Band von Hermbstädts Archiv der Agriculturchemie; die von Buchholz im 8ten Band von Scherers Journal der Chemie; die von Sürsen im Jahrgang 1811 der schleswig-holsteinischen Provinzialberichte; die Torfarten von Sindelfingen und Schwenningen wurden von mir selbst untersucht.

100 Theile trocknen Torfs aus folgenden Gegenden gaben	Torfkohle	Asche	Kohlenstoff der Torfkohle	Chemiker
6 Meilen von Berlin	42	9,3	32,7	Achard
Ebendaher 2te Lage	42	10,2	31,8	— —
Ebendaher 3te Lage, die beste .	44	11,2	32,8	— —
Schwarzer alter Torf bei Möglin	48	14,4	33,6	Einhof
Brauner jüngerer ebendaher .	41	14,3	26,7	— —
Aus Mooren im Eichsfeld . .	47	21,0	26,0	Buchholz
Eine 2te Art dieser Gegend .	42	23,0	19,0	— —
Eine 3te Art dieser Gegend .	47	30,0	17,0	— —
Eine 4te Art dieser Gegend .	47	30,0	17,0	— —
Schwarzer dichter Torf von Neumünster	35	2,2	32,8	Süersen
Schwarzer dichter Torf von Sindelfingen	34,9	7,2	27,7	Eigene Untersuchungen.
Brauner lockerer Torf v. Schwenningen	31,5	2,3	29,2	

Die Menge der bei der Verkohlung des Torfs entweichenden Gasarten ist bei den einzelnen Torfarten nicht weniger verschieden; Achard erhielt aus einer Unze der drei von ihm untersuchten Torfarten 240, 360 und 300 Cubikzoll brennbare Gasarten; Buchholz erhielt aus einer Unze der 3ten der von ihm untersuchten Torfarten 96 Cubikzoll brennbares Gas; Süersen erhielt aus einer Unze des Torfs von Neumünster 16 Cubikzoll Kohlensäure und 68 Cubikzoll Wasserstoffgas.

Torftheer und ammoniakalisches Wasser.

§. 291. Der bei der Destillation des Torfs übergehende Theer ist dünnflüssiger, als der Holztheer; er besitzt eine dunkelbraune Farbe und einen eigenthümlichen, dem Steinkohlentheer ähnlichen ammoniakalischen Geruch; er besitzt keine freie Holzsäure, wie der Holztheer, er ist leichter als Wasser und schwimmt wie ein Oel auf dem bei der Destillation zugleich übergehenden ammoniakalischen Wasser; ich fand sein spec. Gewicht = 0,984, während der Holztheer schwerer, als Wasser ist und in der zugleich übergehenden Holzsäure zu Boden sinkt (siehe oben §. 282.), er ist daher von dem Holztheer in mehreren Beziehungen sehr verschieden; er nähert sich mehr den aus fossilen Harzgemischen darstellbaren brenzlichen Oelen, dem Asphaltöl, Steinöl und Oel des Steinkohlentheers, die sämmtlich leichter, als Wasser sind und zum Theil ähnliche Gerüche besitzen. Er läßt sich mit Vortheil zum Betheeren von Holz benutzen, um es gegen Fäulniß zu schützen, ebenso als Wagenschmiere anwenden.

Die Ergiebigkeit der Torfarten an diesem öligten Theer zeigt viele Verschiedenheiten; Achard erhielt bei den 3 von ihm untersuch-

ten Torfarten 12 — 16 Proc. theerigtes Oel, Süersen erhielt 14 Procent, Buchholz nur 6 Proc.; bei einem Torfverkohlungsofen zu Langenau, unweit Ulm, wurden im Großen im Mittel aus 100 Cubikfuß dichten, trockenen Torfs, von welchem der würtemb. Cubikschuh im Mittel 40 Pfund wog und 40 Proc. Torfkohle gab, bei der Destillation 40 — 50 Pfund dünnflüssiger Torftheer gewonnen, welcher noch viel ammoniakalisches Wasser enthielt; durch 14 — 16stündiges Kochen verminderte sich sein Volumen noch um den 3ten Theil, er erhielt dadurch die Consistenz eines ziemlich dicken Theers und wurde nun zu obigen Zwecken in den Handel gebracht.

Die Menge des übergehenden ammoniakalischen Wassers betrug bei Achard bei den 3 von ihm untersuchten Torfarten 33, 42 und 25 Proc.; Süersen erhielt 30, Buchholz 36; bei dem obigen Verkohlungsofen wurden im Mittel aus 100 Cubikschuh Torf 120 — 130 würtemb. Maaß erhalten (die würtemb. Maaß = 92,6 paris. Cubikzoll), also gegen 12 — 13 Proc.; die übergehende Flüssigkeit hatte ein spec. Gewicht von 1,006, war anfangs beinahe wasserhell, bräunte sich aber nach einiger Zeit; sie reagirte alkalisch.

Bestandtheile der Torfasche.

§. 292. Die Asche der Torfarten unterscheidet sich von der Holzasche auffallend durch ihren Mangel an kohlensaurem Kali, sie läßt sich daher zu verschiedenen technischen Verrichtungen, zum Waschen, Seifensieden, zur Pottaschenbereitung nicht wie die Holzasche anwenden; Einhof und Thaer fanden in 100 Theilen der Asche der beiden oben angeführten Torfarten folgende Bestandtheile:

im schwarzen Torf		im braunen Torf	
15,25	Kalkerde	20,0	Kalkerde
20,50	Thonerde	47,0	Thonerde
5,50	Eisenoxyd	7,5	Eisenoxyd
41,00	Kieselerde	13,5	Kieselerde
15,00	phosphorsaure Kalkerde	9,5	phosphorsaure Kalkerde
1,55	Kochsalz mit Gyps	2,6	Gyps.

Aehnliche Resultate ergaben die Analysen anderer Torfaschen; vorzüglich reich an phosphorsaurer und schwefelsaurer Kalkerde sind oft die Aschen stark riechender Torfarten; ich fand in einer Asche eines stark riechenden Torfs der Gegend von Schwenningen 29,6 Gyps und 34 Proc. phosphorsaure Kalkerde. Diese Aschen lassen sich daher mit Vortheil wie Gyps zur Düngung der Felder anwenden.

Register.

A.

Die Ziffer zeigt die Seite an.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Erklärung der Kupfertafel.

(Zur Agronomie gehörig.)

Fig. 1. Compressionsmaschine zur Prüfung der Consistenz der Erden im trockenen Zustande, zu §. 116. S. 74.

Fig. 2. Vorrichtung zur Bestimmung der wasserhaltenden Kraft der Erden, zu §. 113. S. 64.

Fig. 3. Vorrichtung zur Bestimmung der Fähigkeit der Erden, Feuchtigkeit aus der Luft zu absorbiren, zu §. 123. S. 84.

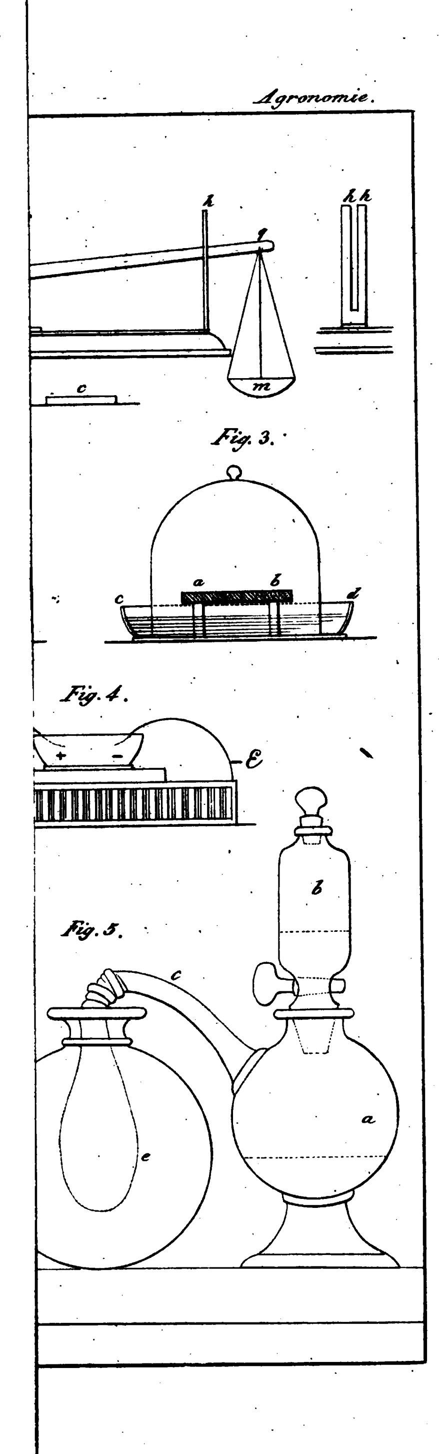
Fig. 4. Liegende elektrische Säule, zur Erläuterung des chemisch-polarischen Gegensatzes des Humus zu den gewöhnlichen Erden, zu §. 52. S. 29 und §. 134. S. 96.

Fig. 5. Apparat zur Bestimmung der in einem Erdreich enthaltenen Kohlensäure, zu §. 158. S. 120.

Da es der Raum der Tafel gestattete, so ist noch beigefügt:

Fig. 6. Ein Milch- oder Rahmmesser; wird Milch in die cylindrische Röhre gebracht, so setzt sich in der Ruhe der Rahm oben ab, dessen Menge nach Procenten an einer Scale abgelesen werden kann (§. 593. S. 247 der Agriculturchemie und Fabrication der Butter S. 229 der landwirthschaftl. Gewerbe der Encyklopädie für die gesammte Land- und Hauswirthschaft der Deutschen.)

Leipzig, Druck von Hirschfeld.


h
g
h h
m
c
Fig. 3.
a
b
c
d
Fig. 4.
+
-
E
b
Fig. 5.
c
a
e

